This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

WIDENER LIBRARY
HX GNYC 6

662.2

AUG 25

AUG 15

Harvard University

LIBRARY OF THE

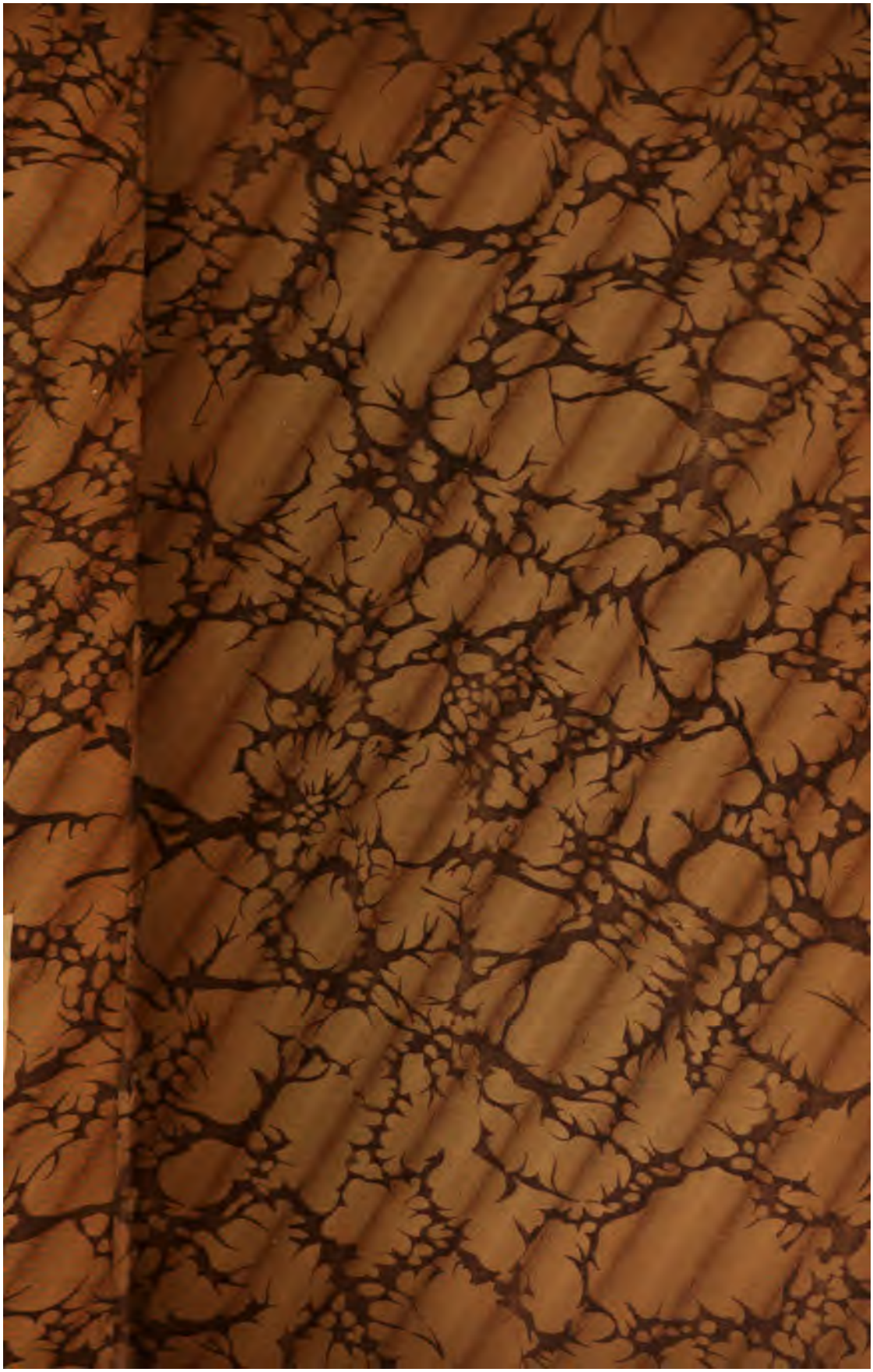
CHEMICAL DEPARTMENT

SCIENCE CENTER LIBRARY

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, AS
APPLIED TO THE



MÉMORIAL

DES

POUDRES ET SALPÊTRES

MÉMORIAL

DES

POUDRES ET SALPÊTRES

PUBLIÉ PAR LES SOINS

DU SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES,

AVEC L'AUTORISATION

DU MINISTRE DE LA GUERRE.

TOME DOUZIÈME.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

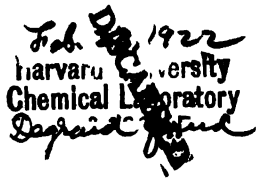
Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1903-1904

(Tous droits réservés.)

662.2
Sci 1380.96



PREMIÈRE PARTIE.

DOCUMENTS TECHNIQUES.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

RECHERCHES

EN VUE DE

L'AMÉLIORATION DES EXPLOSIFS DE SURETÉ

DESTINÉS AUX MINES GRISOUTEUSES.

L'emploi, dans les mines grisouteuses, d'explosifs de sûreté (1) à basse température de détonation, a produit d'heureux résultats et diminué dans une proportion notable le nombre des explosions de grisou.

Toutefois, les explosifs de sûreté actuels ne donnent pas toute satisfaction aux intéressés et on leur reproche certains inconvénients qui ont été signalés par les ingénieurs des mines et résumés dans une lettre de M. le Ministre des Travaux publics, en date du 27 novembre 1899.

La Commission des substances explosives a entrepris des recherches en vue de remédier aux plus sérieux de ces inconvénients et elle a effectué de nombreux essais dans son laboratoire et son terrain d'expériences de Sevran. Cette Note résume les études faites d'avril 1900 à mai 1902.

Nous rappellerons tout d'abord les termes de la lettre de M. le Ministre des Travaux publics qui a servi de point de départ à l'étude actuelle.

(1) L'emploi de ces explosifs a été réglementé par une Circulaire du 1er août 1890.

I. — *Lettre à M. le Ministre de la Guerre, à Paris.*

Paris, le 27 novembre 1899.

MONSIEUR LE MINISTRE ET CHER COLLÈGUE,

L'un de mes prédécesseurs, par une Circulaire en date du 1er août 1890, a réglementé l'emploi des explosifs dans les mines à grisou et dans les mines poussiéreuses à poussières inflammables. Après dix ans de pratique, il a paru utile de se rendre compte des résultats de cette réglementation et de rechercher, d'après les renseignements de l'expérience, les changements qu'il pourrait être opportun d'y introduire, soit pour augmenter la sécurité, soit pour donner à l'industrie extractive les facilités qui seraient reconnues compatibles avec les intérêts primordiaux de la sécurité.

Les ingénieurs des mines des services les plus importants ont été consultés à cet effet. Des observations très étudiées qu'ils ont produites il ressort que, bien que la fabrication des explosifs de sûreté ait fait de sérieux progrès, ces explosifs laissent encore bien à désirer pour l'usage courant. On en trouve la fabrication souvent irrégulière; on reproche aux explosifs leur trop grande hygroscopicité qui exige qu'on les emploie très promptement et qui a dû conduire les fabricants à cet excès de papier d'enveloppe contre lequel on s'élève, parce qu'on y voit une cause de production dangereuse de flammes.

On reproche également à l'explosif pour le travail en roches de manquer de plasticité, d'être trop dur. On se plaint surtout du trop grand nombre de ratés, particulièrement avec l'explosif pour le travail en couche, ou plus généralement du manque de sensibilité.

On demande que des recherches soient faites pour remédier aux plus sérieux de ces inconvénients, notamment pour substituer les enveloppes métalliques à celles en papier et pour apporter, dans la composition des explosifs, des modifications de la nature de celles qui ont pu donner de bons résultats à l'étranger. On signale à cet égard l'intérêt que pourrait présenter la substitution partielle du chlorate de potasse au nitrate d'ammoniaque; on rappelle les améliorations obtenues en Allemagne avec la dahménite, soit par

simple grenage, soit par l'addition d'un peu de bichromate ou de permanganate de potasse.

La Commission du grisou, puis le Conseil général des mines ont été saisis de l'examen des observations formulées. Ils ont été d'accord pour reconnaître comme établi qu'il y aurait intérêt à perfectionner la fabrication des explosifs dans les divers sens signalés par les ingénieurs et ils ont exprimé le vœu que l'Administration des poudres et salpêtres fût conviée à entreprendre des expériences dans cet ordre d'idées.

Il me paraît, Monsieur le Ministre et cher Collègue, comme à la Commission du grisou et au Conseil général des mines, qu'il y aurait de sérieux avantages à ce que l'Administration des poudres et salpêtres voulût bien, comme elle l'a déjà fait en maintes circonstances, prêter son précieux concours à mon département pour l'étude de l'importante question dont il s'agit.

Je vous serai très obligé, en conséquence, de demander à cette Administration de procéder à des recherches et des expériences, soit en vue d'accroître la sensibilité à la détonation des explosifs de sûreté par l'introduction d'autres substances ou la modification de la fabrication, soit en vue d'améliorer l'encartouchage de ces explosifs.

Je vous serais reconnaissant de me faire connaître la suite que vous aurez bien voulu donner à la présente communication.

Le Ministre des Travaux publics,
PIERRE BAUDIN.

II. — *Essais de la Commission des substances explosives.*

On a étudié :

1° Le moyen de réaliser un encartouchage étanche avec enveloppes métalliques;

2° Les propriétés explosives de quelques compositions différant légèrement des formules des explosifs de sûreté actuels;

3° Les propriétés d'explosifs de sûreté à base de perchlorate d'ammoniaque;

4° L'emploi d'explosifs au perchlorate d'ammoniaque pour renforcer l'amorçage;

5° Les propriétés d'un explosif de sûreté formé de nitroglycérine et de salpêtre.

RÉSULTATS DES ESSAIS.

I. — *Encartouchage avec enveloppes métalliques.*

On a employé comme enveloppes des feuilles d'étain de faible épaisseur.

Des essais préliminaires, faits avec des feuilles de $0^{mm},05$, $0^{mm},03$, $0^{mm},02$ et $0^{mm},01$ d'épaisseur, ont montré la possibilité d'obtenir, avec des enveloppes métalliques, un encartouchage étanche. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les enveloppes de $0^{mm},03$.

On a alors procédé à des essais d'encartouchage courant sur des explosifs du type P n° 2, en cartouches de 50^{g} et de 100^{g}. Les enveloppes employées, de $0^{mm},02$ et de $0^{mm},03$ d'épaisseur, avaient une forme trapézoïdale (*fig.* 1 et 2). Le collage de ces enveloppes

Fig. 1.

Enveloppe pour cartouche de 50^{g}.

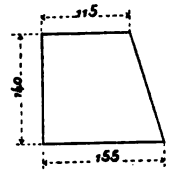
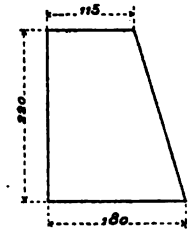


Fig. 2.

Enveloppe pour cartouche de 100^{g}.



s'est fait facilement au moyen de céruse délayée dans l'huile.

Avec les feuilles de $0^{mm},03$, l'encartouchage n'a présenté aucune difficulté. Avec les feuilles de $0^{mm},02$, on a dû prendre de très grandes précautions pour éviter de déchirer les enveloppes.

On a comparé les explosifs ainsi encartouchés aux mêmes explosifs munis de l'encartouchage ordinaire en papier paraffiné. La comparaison a porté sur l'hygroscopicité, la résistance aux frottements, la facilité de transmission de la détonation et, enfin, le prix de revient.

Hygroscopicité. — Des cartouches de 100^{g} d'explosif P n° 2, munies, les unes d'enveloppes métalliques, les autres d'enveloppes en papier paraffiné, ont été exposées comparativement dans une caisse à moitié remplie de sciure de bois humide. Des pesées faites à intervalles réguliers permettaient de suivre l'augmentation des taux d'humidité d'après l'augmentation de poids des cartouches. Les résultats obtenus sont indiqués dans le Tableau suivant :

Exposition dans la caisse à humidité de cartouches de 100^{g} *d'explosif* P n° 2.

DÉSIGNATION des enveloppes.	POIDS des cartouches au moment de l'exposition.	TAUX POUR 100 D'HUMIDITÉ APRÈS DES DURÉES D'EXPOSITION DE 10 jours.	20 jours.	30 jours.	40 jours.	49 jours.	59 jours.	71 jours.	79 jours.	90 jours.	102 jours.	111 jours.	120 jours.	OBSERVATIONS.
Papier paraffiné	g 105,025	0.205	0,601	1,059	1,445	1,690	2,333	3,177	3,597	4,623	5,763	6,598	7,576	Cartouches de fabrication courante.
	103,770	0,188	0,468	0,784	1,086	1,385	1,699	2,355	2,746	3,577	4,615	5,421	6,799	
	104,495	0,167	0,393	0,666	0,877	1,102	1,274	1,596	1,849	2,305	2,856	3,297	3,786	
Moyenne....		0,19	0,49	0,84	1,14	1,39	1,77	2,38	2,73	3,50	4,31	5,10	5,89	
Feuille d'étain de $0^{mm},03$	109,440	0,100	0,236	0,429	0,721	1,059	1,425	1,818	2,060	2,416	2,869	3,138	3,490	Encartouchage courant.
	110,250	0,090	0,335	0,680	0,965	1,306	1,586	2,245	2,435	2,916	3,437	3,800	4,294	
	109,865	0,030	0,250	0,391	0,778	1,147	1,547	2,108	2,416	2,985	3,531	3,909	4,318	
Moyenne....		0,07	0,27	0,50	0,82	1,17	1,52	2,05	2,30	2,77	3,28	3,58	4,03	
Feuille d'étain de $0^{mm},02$	108,255	1,110	2,620	4,672										Les essais ont été arrêtés après 30 jours, les feuilles d'étain s'étant percées.
	107,135	1,020	2,690	4,793										
	108,440	1,060	2,890	5,062										
Moyenne....		1,05	2,73	4,84										

Résistance aux chocs et frottements. — Les essais précédents ont porté sur des cartouches laissées au repos dans une caisse humide. Il importe de savoir si les enveloppes en étain peuvent résister aux chocs qui se produisent dans les manipulations et les transports d'explosifs.

Des essais comparatifs ont été faits sur deux petites caisses en bois remplies, l'une de cartouches enveloppées de papier paraffiné, et l'autre de cartouches enveloppées de feuilles d'étain de $0^{mm},03$. Parmi ces dernières, 14 cartouches n'avaient que l'enveloppe d'étain, les autres étaient munies d'une deuxième enveloppe en papier parcheminé.

On laissa les deux caisses tomber à terre une vingtaine de fois de $0^{m},40$ environ de hauteur et l'on examina les cartouches après ces chocs répétés. On constata que les enveloppes paraffinées ainsi que les enveloppes en étain protégées par du papier parcheminé étaient intactes, mais que les enveloppes d'étain employées seules étaient presque toutes en mauvais état. Sur 14 cartouches enveloppées d'une simple feuille d'étain 5 étaient brisées et 7 avaient leur enveloppe déchirée.

Aptitude à la transmission de la détonation. — On a cherché la distance limite à laquelle une cartouche, amorcée avec un détonateur de $1^{g},50$ de fulminate, peut provoquer la détonation d'une deuxième cartouche.

Les deux cartouches étaient placées en file sur une feuille de plomb qui laissait voir des empreintes très nettes quand les cartouches détonaient.

Les essais comparatifs avec un même explosif encartouché différemment ont donné les résultats suivants :

Détonations à l'air libre de 2 cartouches d'explosif P n° 2, *en file, la première seule amorcée* (1^{g},50 *de fulminate*).

DÉSIGNATION des enveloppes.	POIDS des cartouches.	DISTANCE des deux cartouches.	NOMBRE DES ESSAIS ayant transmis la détonation.	NOMBRE DES ESSAIS n'ayant pas transmis la détonation.	TOTAL.	OBSERVATIONS.
	g	m				
Feuille d'étain de 0,03 mm	100	0,02	3	1	4	Toutes les enveloppes paraissaient en bon état.
id. de 0,02	100	0,02	4	0	4	
Papier paraffiné.....	100	0,02	4	0	4	
Feuille d'étain de 0,03	50	0,02	2	2	4	
id. de 0,02	50	0,02	4	0	4	
Papier paraffiné.....	50	0,02	4	0	4	
Feuille d'étain de 0,03	50	0,025	1	3	4	
id. de 0,02	50	0,025	2	2	4	
Papier paraffiné... ...	50	0,025	4	0	4	
Feuille d'étain de 0,03	50	0,03	0	4	4	
id. de 0,02	50	0,03	0	4	4	
Papier paraffiné	50	0,03	2	2	4	
Feuille d'étain de 0,03	100	0,20	0	1	1	
	100	0,15	3	1	4	
	100	0,18	1	4	5	
Feuille d'étain de 0,02	100	0,20	0	1	1	
	100	0,15	1	3	4	
	100	0,13	2	1	3	
	100	0,10	2	0	2	
Papier paraffiné.....	100	0,20	1	0	1	
	100	0,25	3	0	3	
	100	0,28	1	1	2	
	100	0,30	0	1	1	

Prix de revient de l'encartouchage étanche en feuilles d'étain de 0^{mm},03.

En admettant le prix de 3^{fr},75 pour le kilogramme d'étain en feuilles de 0^{mm},03 (prix indiqué par les fournisseurs d'étain, en juillet 1900, pour une fourniture importante), on trouve que la dépense résultant de l'achat de feuilles d'étain serait de 0^{fr},36 par kilogramme d'explosif dont $\frac{1}{3}$ serait encartouché en cartouches de 50^{g} et $\frac{2}{3}$ en cartouches de 100^{g}.

Avec l'encartouchage actuel, la dépense provenant de l'achat de

papier et de paraffine est de $0^{fr},09$ par kilogramme d'explosif (prix de revient de 1899).

L'emploi d'enveloppes d'étain entraînerait donc un supplément de dépenses d'environ $0^{fr},27$ qui pourrait probablement être ramené à $0^{fr},24$ par suite de l'économie de main-d'œuvre résultant de la suppression du paraffinage.

Résumé. — Il semble possible d'obtenir un encartouchage étanche de bonne qualité avec des feuilles d'étain de $0^{mm},03$ d'épaisseur, protégées par une enveloppe extérieure en papier résistant.

Mais ce procédé d'encartouchage aurait pour effet :

1° D'augmenter d'une façon appréciable la difficulté de transmission de la détonation d'une cartouche à la suivante (distance limite de propagation diminuée de $\frac{1}{3}$ environ);

2° D'augmenter le prix de revient des explosifs encartouchés (augmentation de $0^{fr},24$ environ par kilogramme).

II. — *Modifications aux explosifs de sûreté actuels.*

On a cherché à augmenter la sensibilité des explosifs de sûreté actuels en faisant entrer dans leur composition certains sels facilement décomposables : chlorate de potasse, bichromate et permanganate de potasse, nitrates de baryte, de plomb et d'aniline.

Pour caractériser la sensibilité des explosifs on déterminait :

1° Le poids minimum de fulminate susceptible de provoquer la détonation d'une cartouche de 50^{g} à l'air libre;

2° L'intervalle maximum à travers lequel la détonation peut se transmettre dans des cartouches en file.

Pour les essais, on plaçait les cartouches sur des feuilles de plomb et l'on admettait qu'il y avait eu détonation complète quand le plomb portait une empreinte sur toute la longueur des cartouches.

On a tout d'abord étudié les trois explosifs actuellement employés dans les mines grisouteuses pour le travail dans la couche, à savoir :

Grisounite-couche Favier..	Nitrate d'ammoniaque.....	95,5	100
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Explosif P n° 2 (1).....	Nitrate d'ammoniaque.....	90,5	100
	Coton octonitrique.....	9,5	

(1) Cet explosif est maintenant à peu près complètement abandonné.

Grisoutine-couche.....	Nitrate d'ammoniaque.....	88	100
	Nitroglycérine.....	12	

Avec ces explosifs on a pu obtenir la détonation à l'air libre en employant des amorces de :

0^{g},40 de fulminate pour la grisounite Favier,
0,25 — pour l'explosif P n° 2,
0,20 — pour la grisoutine-couche.

La transmission de la détonation s'est faite jusqu'à 2^{cm} environ pour les trois explosifs. Les essais étaient faits sur deux cartouches de 50^{g}, dont la première recevait un détonateur de 1^{g},50 de fulminate.

Des trois explosifs, la grisounite Favier est le moins sensible. On a limité à cet explosif l'addition de substances diverses. On résumera rapidement les résultats obtenus.

Chlorate de potasse. — On a fabriqué des explosifs aux dosages suivants :

Échantillon 2 (1).....	Nitrate d'ammoniaque.....	90,5	100
	Chlorate de potasse.....	5	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Echantillon 3.....	Nitrate d'ammoniaque.....	85,5	100
	Chlorate de potasse.....	10	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	

On a constaté que la substitution de 5 ou 10 pour 100 de chlorate de potasse au nitrate d'ammoniaque n'avait pas augmenté la sensibilité d'une façon appréciable. Les explosifs se sont d'ailleurs décomposés après quelques jours de conservation en dégageant l'odeur caractéristique du chlore et des composés chloreux.

Bichromate de potasse :

Échantillon 4.....	Nitrate d'ammoniaque.....	95,5	102
	Bichromate de potasse....	2	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	

L'addition de 2 pour 100 de bichromate de potasse à la grisounite-couche n'a pas augmenté l'aptitude à la détonation de cet explosif.

(1) L'échantillon 1 était de la grisounite-couche au dosage normal.

Permanganate de potasse :

Échantillon 5.....	Nitrate d'ammoniaque.....	95,5	102
	Permanganate de potasse..	2	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	

L'addition de 2 pour 100 de permanganate de potasse n'a pas amélioré la grisounite-couche.

Nitrates de baryte, de plomb, d'aniline :

Échantillon 6.....	Nitrate d'ammoniaque	93,5	100
	Nitrate de baryte.....	2	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Échantillon 6bis.....	Nitrate d'ammoniaque.....	90,5	100
	Nitrate de baryte.....	5	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Échantillon 7.....	Nitrate d'ammoniaque.....	93,5	100
	Nitrate de plomb.....	2	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Échantillon 7bis... ..	Nitrate d'ammoniaque	90,5	100
	Nitrate de plomb.....	5	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Échantillon 8.....	Nitrate d'ammoniaque	93,5	100
	Nitrate d'aniline.....	2	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	
Échantillon 8bis.....	Nitrate d'ammoniaque.....	90,5	100
	Nitrate d'aniline.....	5	
	Trinitronaphtaline.....	4,5	

Ces différents échantillons n'ont montré aucune supériorité sur la grisounite-couche ordinaire.

En résumé, tous les essais tentés pour améliorer les explosifs actuels, par de légères modifications de la composition, ont été infructueux.

III. — *Propriétés de quelques explosifs de sûreté à base de perchlorate d'ammoniaque.*

On a étudié quelques compositions explosives nouvelles en utilisant la propriété du perchlorate d'ammoniaque d'abaisser la température de détonation.

Le perchlorate nécessaire aux essais a été fourni par la Société

Bergès, Corbin et C^ie^. Il a donné à l'analyse les résultats suivants :

Taux d'azote..	11,77	(Taux théorique.....	11,90)
Chlorates.....	Traces		
Chlorures.....	Traces		
Matières fixes.	0,86 pour 100	(après transformation en sulfates).	

On a constaté que ce sel n'était pas hygroscopique; qu'il ne détonait pas avec une amorce au fulminate et qu'il n'était décomposé par la chaleur qu'au voisinage de 200°.

D'après les renseignements fournis en 1900 par la Société Bergès, Corbin et C^ie^, le prix du perchlorate d'ammoniaque, sur les marchés étrangers, était alors de 1^fr^,35 le kilogramme.

On a fabriqué, avec le perchlorate d'ammoniaque, plusieurs explosifs :

Explosif A :

Explosif A.....	Perchlorate.....	94	100
	Coton octonitrique.....	6	

Cette composition correspond très sensiblement à

$$134\,ClO^4AzH^4 + C^{24}H^{32}Az^8O^{36},$$

et la formule de décomposition peut s'écrire

$$134\,ClO^4AzH^4 + C^{24}H^{32}Az^8O^{36} = 24\,CO^2 + 134\,HCl + 217\,H^2O + 71\,Az^2 + 153,5\,O^2.$$

On voit que l'explosif donne, en se décomposant, une forte proportion de HCl. La température de détonation, calculée d'après la formule précédente, est de 1480° (en prenant pour chaleur de formation du perchlorate 79,7 et du coton octonitrique 672).

L'explosif A a donné, tant dans la bombe qu'en trous de mine, des résultats comparables à ceux de l'explosif P n° 2.

Cet explosif ne brûle pas à l'air libre en couche mince. Son aptitude à la détonation est à peu près celle de l'explosif P n° 2 (détonation à l'air libre avec une amorce de 0^g^,25 et propagation de la détonation à travers un vide de 2^cm^).

Sous le choc d'un mouton, l'explosif A transmet la détonation un peu mieux que l'explosif type P, mais sans détoner en masse, même sous le choc d'un mouton de 300^kg^ tombant de 5^m^ de hauteur.

L'explosif A n'est pas hygrométrique. Des cartouches non paraf-

finées, conservées 2 ans dans un dépôt humide, n'avaient que 0,30 pour 100 d'humidité.

La stabilité paraît au moins égale à celle de l'explosif P n° 2; des essais de chauffage à 110°, faits comparativement sur les deux explosifs renfermés dans des tubes de verre bouchés au liège, ont amené l'inflammation de l'explosif P n° 2, après $9^h 30^m$ de chauffage, tandis que l'explosif A a supporté 87 heures de chauffage sans s'enflammer. Le rougissement du papier de tournesol a été sensiblement plus lent avec l'explosif A qu'avec l'explosif P.

En adoptant pour le perchlorate le prix de $1^{fr},35$ indiqué plus haut, le prix de revient de l'explosif A serait supérieur de $0^{fr},50$ environ par kilogramme, au prix de l'explosif P n° 2.

Explosif B :

Explosif B.....	Perchlorate d'ammoniaque...	89	100
	Nitroglycérine.....	11	

Cette composition correspond sensiblement à

$$31\,ClO^4AzH^4 + C^6H^{10}Az^6O^{18},$$

et la formule de décomposition peut s'écrire

$$31\,ClO^4AzH^4 + C^6H^{10}Az^6O^{18} = 6\,CO^2 + 31\,HCl + 51,5\,H^2O + 18,5\,Az^2 + 39,2\,O^2.$$

La température de détonation a été trouvée de 1480°.

Des essais de conservation ont montré que l'explosif B n'est pas plus hygrométrique que l'explosif A. On peut le conserver en enveloppes non paraffinées.

Chauffé à 100° pendant 30 heures, dans un tube en verre bouché au liège, l'explosif B ne s'est pas altéré d'une façon appréciable. Cet explosif détone au choc et s'est montré un peu plus sensible que l'explosif A.

Explosifs divers :

Explosif I.....	Salpêtre.....	43	100
	Perchlorate.....	51	
	Trinitronaphtaline.....	6	
Explosif II.....	Salpêtre.....	41,5	100
	Perchlorate.....	48	
	Coton octonitrique.....	10,5	
Explosif III.....	Salpêtre.....	38	100
	Perchlorate.....	44,5	
	Nitroglycérine.....	17,5	

Les formules de décomposition de ces explosifs sont :

I. $20\,ClO^4AzH^4 + 20\,AzO^3K + C^{10}H^5Az^3O^6$
$= 10\,CO^2 + 42{,}5\,H^2O + 21{,}5\,Az^2 + 41{,}75\,O^2 + 20\,KCl$;

II. $40\,ClO^4AzH^4 + 40\,AzO^3K + C^{24}H^{32}Az^8O^{26}$
$= 24\,CO^2 + 96\,H^2O + 44\,Az^2 + 86\,O^2 + 40\,KCl$;

III. $10\,ClO^4AzH^4 + 10\,AzO^3K + C^6H^{10}Az^6O^{18}$
$= 6\,CO^2 + 25\,H^2O + 13\,Az^2 + 25{,}5\,O^2 + 10\,KCl$;

et les températures de détonation sont 1430°, 1424° et 1435° (1).

L'explosif I a détoné à l'air libre avec une amorce de $0^g,40$ de fulminate, l'explosif II avec une amorce de $0^g,25$ et l'explosif III avec une amorce de $0^g,20$.

On a constaté que, dans la détonation, il se formait de petites quantités de HCl et que, par suite, la décomposition ne se faisait pas rigoureusement suivant les formules théoriques, peut-être à cause de l'imperfection du mélange des composants.

Les explosifs, essayés en trous de mine comparativement aux explosifs actuels, ont donné les résultats suivants :

Détonations en trous de mine forés dans le terrain naturel.

DÉSIGNATION des explosifs.	POIDS de l'amorce au fulminate.	POIDS des cartouches.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION.			OBSERVATIONS.
				Hauteur.	Diamètre.	$\frac{V}{P}$.	
	g	g	m	m	m		
Grisoun.-couche Favier.	1	100	0,60	0,49	0,35	0,31	Déton. complète.
Explosif I.....	1	100	0,60	0,43	0,30	0,20	Id. (odeur de HCl).
Explosif type P n° 2..	1	100	0,60	0,45	0,36	0,30	Déton. complète.
Explosif II.....	1	100	0,60	0,43	0,30	0,20	Id.
Dynamite-grisoutine à 12 pour 100.....	1	100	0,60	0,45	0,34	0,27	Id.
Explosif III.....	1	100	0,60	0,41	0,31	0,20	Id.

Les explosifs I, II et III, après une conservation d'une huitaine de jours en enveloppes non paraffinées, sont devenus en partie

(1) Si l'on admettait que, au lieu de KCl, il se formât CO^3K^2 et HCl, les températures seraient abaissées de 200° environ.

liquides. Cette hygroscopicité (due vraisemblablement à la formation de nitrate d'ammoniaque par double décomposition entre les sels) enlevant tout intérêt aux nouveaux explosifs, leur étude a été abandonnée.

En résumé, les explosifs A et B, à base de perchlorate d'ammoniaque, qui se décomposent en donnant une forte proportion de HCl, ne peuvent être employés dans les mines.

Les explosifs I, II et III, à base de perchlorate et de salpêtre, qui sont aussi hygrométriques que les explosifs au nitrate d'ammoniaque, ne présentent aucun intérêt.

IV.— *Emploi des explosifs* A *et* B *comme cartouches d'amorçage.*

Les explosifs A et B ne pouvant être employés dans les mines qu'en faible proportion, on a cherché à utiliser leur sensibilité et leur défaut d'hygroscopicité pour mieux assurer la détonation de la grisounite-couche Favier. Dans ce but on a constitué, avec les explosifs A et B, de petites cartouches d'amorçage destinées à recevoir le détonateur au fulminate et à en renforcer l'action.

Pour savoir quels avantages pourraient procurer ces cartouches d'amorçage, on a cherché tout d'abord à bien préciser la cause des ratés de détonation reprochés aux explosifs actuels.

Essais préliminaires. — On a fait détoner en trous de mine des cartouches de grisounite-couche en bon état de conservation, d'abord en effectuant le chargement avec soin et assurant parfaitement le contact entre les cartouches, puis en interposant entre les différentes cartouches des rondelles de carton plus ou moins épaisses. Ces défectuosités, réalisées artificiellement dans les essais, peuvent se produire naturellement par éboulement de petites parcelles de terre pendant le chargement des cartouches dans les trous de mine.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le Tableau suivant :

Détonations en trous de mine forés dans le terrain naturel de cartouches en bon état de conservation.

EXPLOSIFS.	NOMBRE et poids des cartouches.	MODE de chargement.		POIDS du fulminate de l'amorce.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE. Profondeur.	GLOBE. Diamètre.	GLOBE. $\frac{V}{P}$.	OBSERVAT.
			mm	g	m	m	m		
Grisounite-couche..	12 de 50g	Cartouches en contact.		0,50	0,70	1,36	0,49	0,30	Détonation complète.
Id. ..	3 de 50g et 2 de 100g	Id.		0,40	0,66	1,46	0,52	0,34	
Id. ..	6 de 50g	Cartouches séparées les unes des autres par des épaisseurs de carton de :	1,6	0,40	0,75	0,85	0,44	0,28	
Id. ..	6 de 50g		3,2	0,40	0,75	0,90	0,41	0,26	
Id. ..	3 de 50g		6,4	0,40	0,60	0,57	0,37	0,26	
Id. ..	3 de 50g		9,6	0,40	0,50	0,58	0,36	0,26	
Dynamite-grisoutine à 12 pour 100.....	3 de 50g		9,6	0,40	0,50	0,60	0,40	0,27	

Ces résultats montrent que les explosifs de sûreté détonent d'une façon très satisfaisante quand ils sont en bon état. Les mécomptes signalés par les Mines proviennent donc vraisemblablement de l'altération des cartouches à la suite d'une conservation en atmosphère humide. On a constaté, en effet, qu'avec une humidité de 3 à 4 pour 100 (qui est atteinte très vite quand l'encartouchage n'est pas parfaitement étanche) la grisounite Favier ne détone plus avec une amorce de 2g de fulminate.

C'est donc sur des explosifs ayant repris de l'humidité, plutôt que sur des explosifs en bon état, qu'il y avait lieu de faire les essais d'amorçage annexe avec les explosifs A et B.

Essais d'amorçage annexe. — On a employé pour ces essais des matières de grisounite-couche dont l'humidité a varié de 2,5 à 4,0 pour 100. On a cherché à déterminer le poids de fulminate nécessaire pour assurer la détonation complète en trous de mine, suivant qu'on emploie ou non une cartouche amorce.

Les Tableaux suivants indiquent les résultats obtenus :

CHARGE D'EXPLOSIF.	NATURE de l'amorçage.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION. Hauteur.	Diamètre.	Rapport $\frac{V}{P}$.	OBSERVATIONS.
a. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier à 4 pour 100 environ d'humidité.* (*Essais faits en mai* 1900.)						
	1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.					
1 cartouche de 90g.	1g,50	0m,25	//	//	//	Pas de détonation.
Id.	2,00	0,25	//	//	//	Id.
Id.	2,50	0,25	Non mesuré.			Détonation complète.
3 cartouches de 90g.	2,50	0,65	0m,79	0m,50	0,38	Id.
Id.	2,50	0,65	0,73	0,52	0,38	Id.
	2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif A récemment fabriqué.					
3 cartouches de 90g.	Détonateur de 1g,50 et cartouche de 40g d'explosif A.	0,65	0,81	0,51	0,35	Détonation complète. Faible odeur de H Cl.
Id.	Id.	0,65	0,50	0,44	//	Détonation incompl., limitée à la cartouche d'explosif A et à la 1re cartouche de grisounite.
Id.	Id.	0,65	0,86	0,52	0,39	Détonation complète.
Id.	Id.	0,65	0,82	0,52	0,37	Id.
Id.	Détonateur de 1g,50 et cartouche de 50g d'explosif A.	0,65	0,80	0,51	0,34	Id.
Id.	Id	0,65	0,80	0,50	0,32	Id.
Id.	Id.	0,65	0,79	0,50	0,32	Id.
Id.	Id.	0,65	0,82	0,50	0,33	Id.
b. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier à 2,5 pour 100 environ d'humidité.* (*Essais faits en décembre* 1900.)						
	1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.					
1 cartouche de 50g.	1g,25	0m,40	//	//	//	Pas de détonation.
Id.	1,25	0,40	//	//	//	Id.
Id.	1,50	0,40	//	//	//	Id.
Id.	1,50	0,40	//	//	//	Id.
Id.	1,50	0,40	//	//	//	Id.
3 cartouches de 50g.	1,50	0,40	//	//	//	Id.

CHARGE D'EXPLOSIF.	NATURE de l'amorçage.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION. Hauteur.	Diamètre.	Rapport $\frac{V}{l^3}$.	OBSERVATIONS.
2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif A conservé 8 mois en dépôt en enveloppes non paraffinées.						
2 cartouches de 50g.	Détonateur de 0g,80 et cartouche de 40g d'explosif A.	0,40	//	//	//	Détonation limitée à l'explosif A.
3 cartouches de 50g.	Détonat. de 1g et cart. de 40g d'explosif A.	0,60	0,65	0,38	0,25	Détonation complète. Terrain dur.
Id.	Id.	0,60	0,62	0,38	0,24	Id.
c. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant* 3,20 *pour* 100 *d'humidité.* (*Essais faits en décembre* 1900.)						
1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.						
1 cartouche de 50g.	1,50	0,25	//	//	//	Pas de détonation.
Id.	2,00	0,25	//	//	//	Id.
Id.	2,50	0,25	Non mesuré.			Détonation complète.
Id.	2,50	0,25	Id.			Id.
2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif A conservé 8 mois en dépôt en enveloppes non paraffinées.						
3 cartouches de 50g.	Détonateur de 1g,5 et cartouche de 40g d'explosif A.	0,56	0,62	0,40	0,27	Détonation complète.
d. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant près de* 4 *pour* 100 *d'humidité.* (*Essais faits en janvier* 1901.)						
1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.						
1 cartouche de 50g.	1,50	0,30	//	//	//	Pas de détonation.
Id.	2,00	0,30	//	//	//	Id.
Id.	2,50	0,30	//	//	//	Détonation incompl.
Id.	2,75	0,30	Non mesuré.			Détonation complète.
3 cartouches de 50g.	2,75	0,45	//	//	//	Détonation incompl., limitée au voisinage de l'amorce.
Id.	3,00	0,45	//	//	//	Id.

CHARGE D'EXPLOSIF.	NATURE de l'amorçage.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION. Hauteur.	Diamètre.	Rapport $\frac{V}{P}$.	OBSERVATIONS.
2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif B de fabrication récente.						
1 cartouche de 50g.	Détonat. de 1g et cart. de 30g d'explosif B.	0,30	//	//	//	Détonation incompl., limitée à l'explosif B.
Id.	Détonateur de 1g,25 et cartouche de 30g d'explosif B.	0,30	0m,41	0m,36	0,34	Détonation complète.
5 cartouches de 50g.	Id.	0,50	//	//	//	Détonation incompl.,
1 cartouche de 50g.	Détonateur de 1g50 et cartouche de 30g d'explosif B.	0,45	0,39	0,36	0,33	Détonation complète.
5 cartouches de 50g.	Id.	0,60	0,72	0,41	0,22	Id. (Terrain sablonn.)
Id.	Id.	0,55	0,63	0,41	0,20	Id. (Terrain argileux)
e. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant* 3 *pour* 100 *environ d'humidité.* (*Essais faits en avril* 1901.)						
1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.						
3 cartouches de 50g.	2,50	0,48	//	//	//	Détonation incompl.
6 cartouches de 50g.	2,50	0,50	//	//	//	Id.
5 cartouches de 50g.	2,50	0,50	0,76	0,50	0,39	Détonation complète.
2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif A conservé 1 an en dépôt en enveloppes non paraffinées.						
5 cartouches de 50g.	Détonateur de 1g,50 et cartouche de 40g d'explosif A.	0,60	0,80	0,49	0,34	Détonation complète.
6 cartouches de 50g.	Id.	0,60	0,78	0,50	0,35	Id.
Id.	Id.	0,43	0,86	0,54	0,38	Id.
f. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant une humidité variable de* 2,5 *à* 3,5 *pour* 100. (*Essais faits en mars et avril* 1902.)						
1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.						
2 cartouches de 50g.	1g,50	0m,35	0m,52	0,32	0,28	Détonation complète.
3 cartouches de 50g.	1,50	0,35	//	//	//	Pas de détonation.
2 cartouches de 50g.	1,50	0,25	//	//	//	Id.
Id.	1,75	0,25	//	//	//	Id.
3 cartouches de 50g.	2,00	0,30	//	//	//	Id.
Id.	2,00	0,60	0,62	0,33	0,24	Détonation complète.

CHARGE D'EXPLOSIF.	NATURE de l'amorçage.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION. Hauteur.	Diamètre.	Rapport $\frac{V}{P}$.	OBSERVATIONS.
2° Amorce au fulminate et cartouches d'explosif A conservées 2 ans en dépôt en enveloppes non paraffinées.						
4 cartouches de 50g.	Détonateur de 0g,25 et cartouche de 40g d'explosif A.	0,35	"	"	"	Détonation incompl., limitée à l'explosif A.
Id.	Détonat. de 1g et cart. de 40g d'explosif A.	0,35	"	"	"	Détonation partielle.
3 cartouches de 50g.	Id.	0,35	0,70	0,34	0,21	Détonation complète.
Id.	Id.	0,30	"	"	"	Détonation incompl.
Id.	Détonateur de 1g,5 et cartouche de 40g d'explosif A.	0,30	"	"	"	Id.
Id.	Id.	0,45	0,82	0,37	0,31	Détonation complète.
Id.	Id.	0,60	0,76	0,33	0,21	Id.
g. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant environ* 3 *pour* 100 *d'humidité.* (*Essais faits en mars et avril* 1902.)						
1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.						
2 cartouches de 50g.	2,50	0,40	"	"	"	Pas de détonation.
Id.	3,00	0,40	0,38	0,38	0,28	Détonation complète.
2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif B gelé.						
3 cartouches de 50g.	Détonat. de 2g et cart. de 30g d'explosif B.	0,47	0,52	0,39	0,23	Détonation complète.
4 cartouches de 50g.	Détonateur de 1g,5 et cartouche de 30g d'explosif B.	0,56	0,63	0,39	0,22	Id.
3 cartouches de 50g.	Id.	0,45	"	"	"	Détonation incompl.
h. *Détonations en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant environ* 2,5 *pour* 100 *d'humidité.* (*Essais faits en mars et avril* 1902.)						
1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.						
2 cartouches de 50g.	2,00	0,38	0,40	0,38	0,30	Détonation complète.
Id.	1,75	0,36	0,40	0,37	0,28	Id.
Id.	1,50	0,38	0,37	0,37	0,26	Détonation à peu près complète.
Id.	1,25	0,30	"	"	"	Pas de détonation.

CHARGE D'EXPLOSIF.	NATURE de l'amorçage.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION. Hauteur.	Diamètre.	Rapport $\frac{V}{P}$.	OBSERVATIONS.
	2° Amorce au fulminate et cartouche d'explosif B gelé.					
3 cartouches de 50g.	1g,5 de fulminate et 30g d'explosif B.	0,48	0,54	0,42	0,27	Détonation complète.
Id.	1g de fulminate et 30g d'explosif B.	0,47	0,53	0,39	0,24	Id.
Id.	0g,80 de fulminate et 30g d'explosif B.	0,51	0,53	0,39	0,24	Id.
	i. *Détonation en trous de mine de grisounite-couche Favier ayant* 3 *pour* 100 *environ d'humidité.* (*Essais faits en avril et mai* 1902.)					
	1° Amorce au fulminate de mercure employée seule.					
1 cartouche de 50g.	2,50	0,30	Non mesuré.			Détonation complète.
2 cartouches de 50g.	2,50	0,48	"	"	"	Détonation incompl.
6 cartouches de 50g.	2,50	0,50	"	"	"	Id.
	2° Amorce au fulminate et explosif B gelé ou explosif A conservé 2 ans en dépôt.					
3 cartouches de 50g.	1g,5 de fulminate et 30g d'explosif B.	0,40	"	"	"	Détonation incompl.
5 cartouches de 50g.	1g,5 de fulminate et 40g d'explosif A.	0,60	0,80	0,49	0,34	Détonation complète.
Id.	Id.	0,60	0,78	0,50	0,35	Id.

En résumé, l'emploi de cartouches-amorces d'un explosif au perchlorate d'ammoniaque permettrait d'assurer, avec des détonateurs de 1g,50, la détonation de cartouches de grisounite-couche ayant jusqu'à 3 pour 100 d'humidité. La détonation serait d'autant mieux assurée que le bourrage serait plus complet.

V. — *Explosif formé de nitroglycérine et de salpêtre.*

On a cherché à obtenir un explosif de sûreté non hygroscopique par mélange de nitroglycérine et de salpêtre.

Explosif C	Nitroglycérine (additionnée de $\frac{1}{20}$ de coton azotique).....	33	100
	Salpêtre	67	

En négligeant la petite quantité de coton azotique, nécessaire pour empêcher l'exsudation, la composition précédente correspond sensiblement à la formule

$$C^6H^{10}Az^6O^{18} + 9AzO^3K.$$

La décomposition théorique peut s'exprimer par

$$2C^6H^{10}Az^6O^{18} + 18AzO^3K = 3CO^2 + 10H^2O + 15Az^2 + 23,5O^2 + 9CO^3K^2,$$

et la température de détonation correspondante est de 1450°.

Détonations en trous de mine. — On a comparé l'explosif C à la grisoutine-couche à 12 pour 100 de nitroglycérine.

Les essais ont été faits dans des trous de mine forés dans le terrain naturel.

On a obtenu les résultats suivants :

Détonations en trous de mine forés dans le terrain naturel.

POIDS de l'explosif.	POIDS de fulminate du détonat.	HAUTEUR du bourrage.	GLOBE DE COMPRESSION. Profondeur.	GLOBE DE COMPRESSION. Diamètre.	GLOBE DE COMPRESSION. Rapport $\frac{V}{P}$.	OBSERVATIONS.
			Explosif C.			
g 80	g 1,0	m 0,47	m 0,36	m 0,33	0,25	Détonation complète.
50	1,0	0,45	0,28	0,33	0,32	Id.
50	1,0	0,47	0,29	0,33	0,32	Id.
50	0,5	0,34	0,30	0,31	0,30	Détonation complète. Débourrage.
				Moyenne...	0,30	
			Dynamite-grisoutine à 12 pour 100 de nitroglycérine.			
50	1,0	0,45	0,29	0,32	0,31	Détonation complète.
50	1,0	0,47	0,30	0,30	0,28	Id.
				Moyenne...	0,30	

Essais à la bombe. — A la densité de chargement de 0,3 on a obtenu, dans une bombe de 22$^{cm^3}$ de capacité, une pression de

1497^{kg} (évaluée au moyen de la Table statique de Gâvre). Il est resté dans la bombe un abondant résidu salin de couleur blanche. A la densité de 0,4 la pression a été de 2178^{kg}.

La force déduite de ces pressions par la formule $P = \frac{f\Delta}{1-\alpha\Delta}$ serait 3985^{k}. (La force de la poudre noire est un peu inférieure à 3000^{k}.)

Résidus solides provenant de la décomposition. — Le dosage des résidus obtenus dans les combustions à la bombe a été effectué au Laboratoire central des Poudres. On a obtenu les résultats suivants :

		p. 100	
Densité 0,3	Azotite de K	11,40	100
	Carbonate de K	34,00	
	Azotate de K (par différence)	54,60	
Densité 0,4	Azotite	7,30	100
	Carbonate	41,10	
	Azotate (par différence)	51,60	

Ces chiffres montrent que la décomposition du salpêtre est loin d'être complète quand l'explosif brûle dans la bombe.

On a cherché à savoir s'il en était de même quand l'explosif détone avec une amorce au fulminate. Pour recueillir les résidus formés lors de la détonation, on a employé le dispositif suivant :

Un cylindre de plomb de 355^{mm} de diamètre et 380^{mm} de hauteur présentait, suivant l'axe, un canal cylindrique de 40^{mm} de diamètre, pénétrant jusqu'au centre et destiné à recevoir une cartouche de 50^{g} d'explosif. Pour remplacer le bourrage, on remplissait le vide au-dessus de la cartouche par un cylindre de plomb, percé longitudinalement d'un trou pour le passage de la mèche (*fig.* 3).

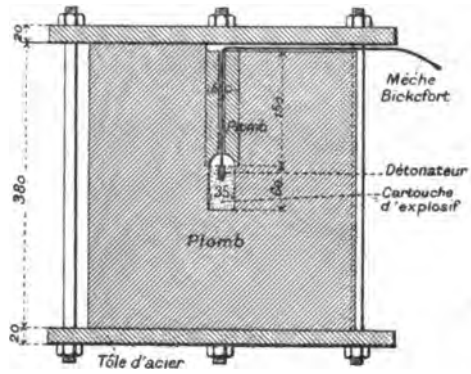
Le bloc de plomb était serré entre 2 disques en tôle d'acier de 20^{mm} d'épaisseur, reliés entre eux par 6 boulons et destinés à maintenir le bourrage en plomb, tout en consolidant le cylindre.

On fit détoner dans le bloc une cartouche de 50^{g} d'explosif C et l'on constata que le plomb qui constituait le bourrage avait, en se déformant, obturé presque complètement le canal de la mèche. Les fuites de gaz avaient été très faibles et les résidus solides étaient restés à l'intérieur du plomb.

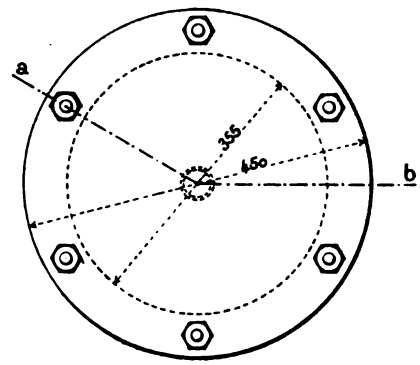
Le bloc n'était pas fissuré. En perçant mécaniquement un canal cylindrique pénétrant jusqu'au globe de compression, on put

Fig. 3.

Coupe suivant ab



Plan



introduire de l'eau et dissoudre les résidus, qui donnèrent à l'analyse les résultats suivants :

Azotite de potassium	19,5	
Carbonate de potassium	42,2	100
Azotate de potassium (par différence).	38,3	

La décomposition de l'azotate a donc été incomplète.

En résumé, l'explosif C ne se décompose pas suivant la formule admise *a priori* et sa température de détonation est supérieure à 1500°. L'étude de cet explosif, n'offrant plus d'intérêt, a été abandonnée.

L. LHEURE,
Ingénieur des poudres et salpêtres.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

RECHERCHE

D'UNE

POUDRE POUR LE TIR DES CANONS

CONTRE LA GRÊLE.

Les premiers essais de tir contre la grêle ont été effectués en France au moyen de poudres de démolition fournies par le Service de l'Artillerie.

Cette solution provisoire a duré quelques années. Mais, à la suite de l'extension prise par ces tirs, on s'est préoccupé de mettre à la disposition des viticulteurs une poudre bien déterminée appropriée aux nouveaux canons. La Commission des Substances explosives a été chargée de rechercher le type de poudre à adopter, et elle a procédé, dans son terrain d'expériences de Sevran-Livry, à un certain nombre d'essais dont le détail est donné ci-dessous.

La présente Note est divisée en trois parties :

Dans la première, on a résumé les propriétés principales des poudres expérimentées;

Dans la deuxième, on a donné la description sommaire des appareils employés;

Et enfin, dans la troisième, on a indiqué les différents essais de la Commission et les conclusions de son étude.

I. — Poudres.

On a limité les essais aux poudres dont le prix de revient est peu élevé. Cette considération de prix a une importance considérable dans les tirs contre la grêle, puisqu'il faut que les dépenses résultant des tirs restent sensiblement inférieures aux dommages qu'on veut éviter.

Les essais ont porté sur les poudres de commerce extérieur, ordinaire et forte, sur la poudre à canon des finances (poudre type MC_{30}), et sur 7 échantillons fabriqués à Sevran au dosage de la poudre de commerce extérieur ordinaire.

1° *Poudre de commerce extérieur ordinaire.*

Cette poudre est au dosage suivant :

62 Salpêtre,
20 Soufre,
18 Charbon.

L'échantillon reçu par la Commission provenait de la Poudrerie d'Angoulême; les grains, fortement plombaginés, avaient un aspect très brillant. Ils avaient été tamisés entre les perces de $0^{mm},6$ et $2^{mm},5$. La densité gravimétrique de l'échantillon était de 0,959 et la densité réelle 1,534.

2° *Poudre de commerce extérieur forte.*

Le dosage de cette poudre est le suivant :

72 Salpêtre,
13 Soufre,
15 Charbon.

L'échantillon, fourni par la Poudrerie d'Angoulême, avait une densité gravimétrique de 1,100 et une densité réelle de 1,747.

Les grains, tamisés entre les perces de $0^{mm},6$ et $2^{mm},5$, comme les précédents, avaient un aspect très brillant.

3° *Poudre à canon des finances.*

Cette poudre est au dosage suivant :

75 Salpêtre,
12,5 Soufre,
12,5 Charbon.

Elle est analogue à la poudre MC_{30} de l'Artillerie, qui servait au chargement des obus et qui constitue la majeure partie des poudres de démolition.

Les grains sont tamisés entre les perces de $1^{mm},4$ et $2^{mm},5$, comme pour la poudre MC_{30}.

L'échantillon étudié dans les essais avait été fabriqué à Sevran; sa densité gravimétrique était de 0,952 et sa densité réelle 1,637.

4° *Échantillons n^os* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Ces échantillons ont tous été fabriqués au dosage de la poudre de commerce extérieur ordinaire; ils ont été tamisés entre les perces de $0^{mm},6$ et $2^{mm},5$ et ne diffèrent entre eux que par le lissage.

Le Tableau ci-dessous indique, pour chacun d'eux, la durée du lissage ainsi que les densités gravimétrique et réelle.

DÉSIGNATION des échantillons.	DURÉE DE LISSAGE.	DENSITÉ		OBSERVATIONS.
		gravimétrique.	réelle.	
N^os 1	Pas de lissage	0,727	1,433	Grains très friables.
2	Lissé 9^h	0,866	1,494	Grains résistants, aspect terne.
3	Lissé 12^h avec addition de soufre	0,832	1,494	Grains d'aspect brillant.
4	Lissé 12^h avec addition de plombagine	0,871	1,494	Grains d'aspect brillant et analogues à ceux de la poudre de commerce extérieur.
5	Lissé 4^h	0,896	1,561	Grains suffisamment résistants, d'aspect terne.
6	Lissé 5^h	0,902	1,570	Id.
7	Lissé 6^h	0,909	1,574	Id.

II. — Appareils.

On s'est servi, pour les tirs, du canon Olian Fannio, du canon Delafond, Quelin et C^ie et, enfin, d'un canon éprouvette muni d'un dispositif pour la mesure des pressions.

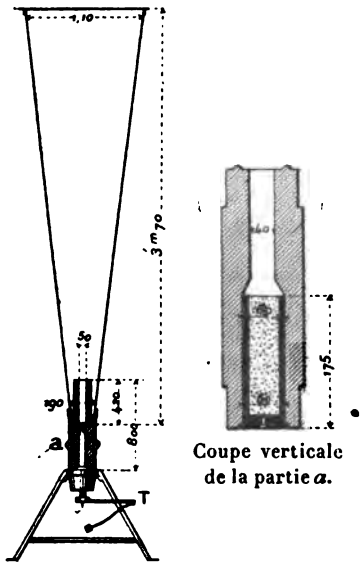
1° *Canon Olian Fannio* (*fig.* 1).

Ce canon se compose d'un mortier de $0^{m},80$ de longueur et 40^{mm} de diamètre d'âme, surmonté d'un cône de $3^{m},70$ de hauteur

et $1^{m},10$ de diamètre à la base. Le mortier est en deux parties : la partie supérieure, en fonte, est fixée au cône et la partie inférieure, en acier, est mobile, pour permettre le chargement.

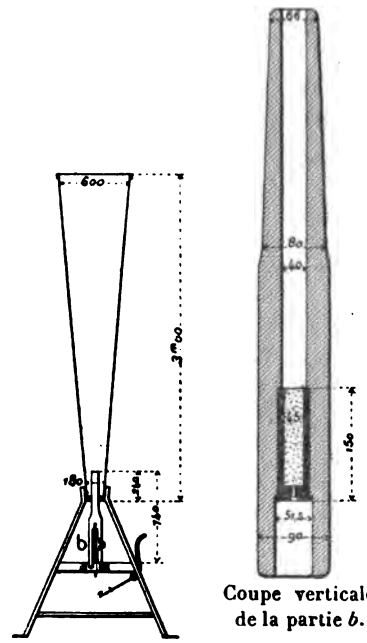
Un dispositif particulier permet le serrage des deux parties du mortier, de manière à éviter toute fuite de gaz. La poudre est chargée dans des douilles en acier, qui pénètrent dans une chambre de 60^{mm} de diamètre, ménagée à la partie inférieure du

Fig. 1.



Ensemble. Coupe verticale de la partie *a*.

Fig. 2.



Ensemble. Coupe verticale de la partie *b*.

canon. La mise de feu est obtenue par choc d'un percuteur sur une amorce.

Ce canon a déjà été employé par la Commission pour différents essais et en particulier pour la mesure des durées de sifflement avec des charges variables de poudre (séance du 25 avril 1901).

2° *Canon Delafond, Quelin et C^ie^* (*fig.* 2).

Dans ce canon, l'âme du mortier a 40^{mm} de diamètre et $0^{m},50$ de hauteur. Le cône a une hauteur de 3^{m} et un diamètre de $0^{m},60$

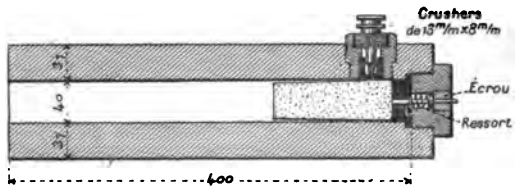
à la base; la charge de poudre est tirée dans des douilles métalliques, qui viennent se loger dans une chambre de 45^{mm} de diamètre et $0^{m},15$ de hauteur. Le dispositif de fermeture est analogue à celui du fusil modèle 1875.

C'est à ce canon, d'un maniement très facile, que le premier prix a été décerné au Congrès international de Lyon.

3° *Canon-éprouvette* (*fig.* 3).

Ce canon, en acier doux, a été construit par la Poudrerie de Sevran; sa longueur est de $0^{m},40$, son diamètre intérieur de 40^{mm}

Fig. 3.



Coupe longitudinale.

et l'épaisseur des parois de 37^{mm}. La culasse est constituée par une forte vis que traverse un percuteur servant à la mise de feu.

Près de la culasse, la paroi du canon est percée d'une ouverture circulaire avec filets de vis permettant la fixation de l'appareil de mesure des pressions. Cet appareil se compose d'un piston cylindrique, de 4^{cm^2} de section, coulissant à frottement doux dans un cylindre et venant presser une des bases d'un crusher en cuivre dont l'autre base s'appuie sur une enclume fixe.

Pour les tirs, la poudre était disposée dans des douilles en papier. La pression des gaz pouvait donc s'exercer sur le piston de l'appareil d'écrasement des crushers. Le culot des douilles était métallique et portait au centre une amorce pour l'inflammation.

Le canon ne présentait pas de chambre spéciale pour le logement de la douille; l'âme intérieure avait même section sur toute sa longueur.

III. — Essais.

Les essais ont eu pour but :

1° L'étude des particularités de tir que peuvent présenter les

différentes poudres : projections, bruit, durée de sifflement, encrassement, etc.;

2° La mesure des pressions développées dans les canons;

3° L'observation des effets produits sur un rideau d'arbres ou une nappe d'eau par le projectile gazeux.

Tous les essais ont été faits avec une charge uniforme de 80^{g} de poudre, charge qui est assez fréquemment adoptée dans le tir des canons contre la grêle.

1° *Particularités du tir.*

Projections. — Les différentes poudres énumérées plus haut ont toujours brûlé dans les canons contre la grêle sans donner lieu à des projections enflammées en dehors du cône.

Dans le canon-éprouvette, on a recueilli, après chaque coup, un certain nombre de grains non brûlés, dont la proportion était plus élevée avec les poudres de commerce extérieur qu'avec la poudre à canon. On peut expliquer ces projections de grains non brûlés par l'insuffisance du bourrage dans le canon-éprouvette. En effet, la chambre de ce canon ayant le même diamètre que l'âme, il en résulte que les bourres placées dans les cartouches sont plus petites que l'âme et ne forment pas obturation complète pour les gaz.

Bruit. — On n'a observé aucune différence, au point de vue du bruit, entre les différentes poudres.

Sifflement. — On a mesuré les durées de sifflement dans le canon Olian Fannio; les résultats obtenus sont indiqués ci-après :

Canon Olian Fannio.

Charge de 80^{g} de poudre.

DÉSIGNATION des poudres.	DURÉES du sifflement.	DURÉES moyennes du sifflement.	OBSERVATIONS.
	s		
	10		
	9,5		
Poudre de commerce extérieur ordinaire.	12	s	
	10,5	10,2	
	11		
	8		
	10,5		
Poudre de commerce extérieur forte.....	11		
	10,5	10,8	
	11		
	13		
	10		Fonctionnement satisfaisant. Pas de crachement.
	13,5		
Poudre à canon des finances.....	11		
	11	11,1	
	12		
	8		
	10		
	11		
	12		
Échantillon n° 6.....	9	10,5	
	12		
	9		

On voit qu'au point de vue de la durée de sifflement, toutes les poudres étudiées sont à peu près équivalentes.

Encrassement. — On a fait des tirs un peu prolongés allant jusqu'à 20 coups par séance, sans obtenir d'encrassement gênant. Le fonctionnement des canons a toujours été satisfaisant.

2° *Mesure des pressions.*

La mesure des pressions a été faite dans le canon-éprouvette. On s'est servi de cylindres de cuivre de $13^{mm} \times 8^{mm}$ et l'on a déduit la

pression de l'écrasement à l'aide de la Table de tarage de Gâvre. On a obtenu les résultats suivants :

Pression par centimètre carré obtenue avec une charge de 80^{g} de poudre.

(Table de tarage de Gâvre, piston de 4$^{cm^2}$.)

DÉSIGNATION des poudres.	HUMIDITÉ.	HAUTEUR restante des crushers.	PRESSION par centimètre carré.	PRESSION moyenne par centimètre carré.	OBSERVATIONS.
	pour 100	mm	kg	kg	
Poudre de commerce extérieur, ordinaire	0,89	12,98 12,96	25 38	31,50	Bourre en feutre.
Poudre de commerce extérieur, forte....	0,91	12,95 12,95	42 42	42,00	Id.
Poudre à canon des finances.....	0,90	12,32 12,43 12,35	198 177 192	189,00	Id.
Échantillon n° 1.....	1.00	12,55 11,47 12,06 12,58	152 353 248 143	224,00	Id.
Échantillon n° 2.....	1,00	12,95 12,98 12,93	42 25 50	39,00	Id.
Échantillon n° 3.....	1,10	12,97 12,93 12,98	31 50 25	35,00	Id.
Échantillon n° 4.....	1,00	12,96 12,98 12,95	38 25 42	35,00	Id.
Échantillon n° 5.....	0,95	12,92 12,80 12,88	54 92 68	71,00	Bourre en liège.
Échantillon n° 6.....	1,15	12,85 12,83 12,86	78 84 75	79,00	Id.
Échantillon n° 7.....	0,95	12,91 12,89 12,82	58 64 86	69,00	Id.

Quelques essais comparatifs effectués en vue de déterminer l'in-

fluence de la nature des bourres ont donné les résultats détaillés ci-dessous :

DÉSIGNATION des poudres.	HUMIDITÉ.	HAUTEUR restante des crushers.	PRESSION par centimètre carré.	PRESSION moyenne par centimètre carré.	OBSERVATIONS.
		mm	kg		
	pour 100 1,15	12,83	84	90,00 kg	Bourre en feutre.
		12,78	98		
		12,80	92		
		12,83	84		
Échantillon n° 6.....	1,15	12,85	78	79,00	Bourre en liège.
		12,83	84		
		12,86	75		
	1,02	12,87	72	82,00	Bourre en papier.
		12,83	84		
		12,82	89		
		12,83	84		
	0,90	12,32	198	189,00	Bourre en feutre.
		12,43	177		
		12,35	192		
Poudre à canon des finances.....	0,90	12,48	167	154,00	Bourre en papier.
		12,58	146		
		12,48	167		
		12,63	134		

Résumé : La poudre à canon et l'échantillon n° 1 (poudre de commerce extérieur non lissée) ont donné des pressions peu différentes et voisines de 200^{kg} par centimètre carré. L'échantillon 1 a été très irrégulier et a fourni des pressions variant de 143^{kg} à 353^{kg}. Le tir de cet échantillon n'a du reste été fait qu'à titre d'indication, car les grains sont beaucoup trop friables pour supporter les manipulations et les transports.

Toutes les autres poudres ont donné de faibles pressions. L'échantillon le moins lent serait l'échantillon n° 6 (poudre de commerce extérieur, lissée 5 heures seulement), dont la pression est à peu près moitié de celle de la poudre à canon.

On ne peut songer à égaliser les pressions par l'emploi de bourres spéciales, car on a obtenu très sensiblement les mêmes résultats avec des bourres de nature différente (feutre, liège et papier).

3° *Effets mécaniques à distance.*

Pour étudier le tir horizontal, on a constitué, à l'aide d'une plate-forme de wagonnet, un affût rudimentaire, mobile sur des rails, et qui permettait le pointage en hauteur et direction. Les essais ont été faits avec le canon Delafond, Quelin et C^ie^. On a procédé à des tirs en pointant le canon sur un rideau de hauts peupliers parallèle au canal de l'Ourcq. Sous l'action du tir, les feuilles et les branches d'arbres situées dans la direction du canon étaient secouées comme par un projectile gazeux, et l'on mesurait le temps qui s'écoulait entre le départ du coup et le choc du projectile gazeux contre le but.

Les mesures étaient faites au moyen d'un compteur à secondes.

On a obtenu les résultats suivants :

Tir du canon Delafond, Quelin et C^ie^ sur un rideau de peupliers.

DÉSIGNATION DES POUDRES.		TEMPS MIS par le projectile pour atteindre les arbres.	DISTANCE du point touché à la bouche du canon.	VITESSE moyenne de translation.	OBSERVATIONS.
PREMIÈRE SÉRIE (Distance du but : 50^m^ environ).					
		s	m		
Canon des finances..	1^er^ coup	1,5	57,00		Tore visible ; sifflement prononcé, qui cesse quand le tore frappe le rideau d'arbres. Les branches sont fortement secouées au point touché par le tore.
	2^e^ »	1,3	57		
	3^e^ »	1,2	55		
	4^e^ »	1,0	53		
	Moyennes...	1,25	55,50	44^m^,40	
Commerce extérieur ordinaire.	1^er^ coup	2,0	55,00		
	2^e^ »	2,0	55		
	3^e^ »	1,2	49		
	4^e^ »	1,2	49		
	Moyennes...	1,6	52	32,50	
Échantillon n° 6.	1^er^ coup	1,5	55,00		
	2^e^ »	1,3	55		
	3^e^ »	1,2	53		
	4^e^ »	1,0	44		
	Moyennes...	1,25	52,00	41,00	

DÉSIGNATION DES POUDRES.		TEMPS MIS par le projectile pour atteindre les arbres.	DISTANCE du point touché à la bouche du canon.	VITESSE moyenne de translation.	OBSERVATIONS.
DEUXIÈME SÉRIE (But à environ 100^{m}).					
Canon des finances.	1er coup	4,0	108		Comme à la 1re série.
	2^{e} »	»	»		Tore visible, qui dévie et longe le canal sans toucher le rideau d'arbres; sifflement prolongé.
	3^{e} »	»	»		
	4^{e} »	»	»		
	5^{e} »	3,0	109		Tore visible; sifflement prononcé qui cesse quand le tore frappe le rideau d'arbres. Les branches sont fortement secouées au point touché par le tore.
	6^{e} »	3,0	108		
	7^{e} »	2,5	108		
	8^{e} »	4,0	113		
	Moyennes...	3,3	109	33^{m},00	
Commerce extérieur ordinaire.	1er coup	»	»		Tore visible, qui dévie et longe le canal sans toucher le rideau d'arbres; sifflement prolongé.
	2^{e} »	»	»		
	3^{e} »	»	»		
	4^{e} »	»	»		
	5^{e} »	»	»		
	6^{e} »	5,0	104		Tore visible; sifflement prononcé qui cesse quand le tore frappe le rideau d'arbres. Les branches sont fortement secouées au point touché par le tore.
	7^{e} »	5,0	100		
	8^{e} »	4,0	100		
	Moyennes...	4,7	101	21^{m},50	
Échantillon n^{o} 6.	1er coup	6,0	97		Id.
	2^{e} »	5,5	108		
	3^{e} »	4,5	108		
	4^{e} »	4,5	104		
	5^{e} »	6,0	108		
	6^{e} »	3,5	104		
	7^{e} »	6,0	110		
	8^{e} »	4,0	100		
	Moyennes...	5,0	105	21^{m},00	

Résumé : Tous les tirs précédents ont été caractérisés par une irrégularité très grande, tant dans la direction que dans la vitesse de translation du projectile gazeux qui produisait l'action mécanique sur les feuilles des arbres.

Si l'on fait abstraction des irrégularités pour ne considérer que les résultats moyens on voit :

1° Que la vitesse de translation du projectile gazeux diminue très rapidement;

2° Que la poudre à canon donne des vitesses de translation sensiblement supérieures à celles fournies par les deux autres poudres.

Quelques essais complémentaires, dans lesquels on a choisi comme but la surface même de l'eau du canal de l'Ourcq, ont confirmé ces résultats.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Toutes les poudres étudiées ont donné dans les tirs un fonctionnement satisfaisant et des pressions modérées, compatibles avec la résistance des canons.

Au point de vue des durées de sifflement, les poudres se sont très peu différenciées, mais au point de vue des vitesses imprimées au projectile gazeux la poudre à canon des finances (MC_{30}) a présenté une supériorité assez marquée.

On ne connaît pas de méthode permettant d'apprécier l'efficacité des tirs contre la grêle, mais il paraît rationnel d'admettre que les présomptions d'efficacité augmentent avec la vitesse du projectile gazeux. Aussi la Commission a-t-elle été d'avis que la poudre convenant le mieux au tir des canons paragrêles était la poudre MC_{30} ou poudre à canon des finances.

C'est cette poudre qui a été mise en vente à partir du mois de mai 1903 (décret du 4 mai 1903) sous la dénomination de poudre de mine G, au prix de $0^{fr},90$ le kilogramme.

L. LHEURE,
Ingénieur des poudres et salpêtres.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

COMMISSION

DES

SUBSTANCES EXPLOSIVES

PENDANT L'ANNÉE 1902 (1).

(Extrait.)

RAPPORT SUR LES TRAVAUX EXÉCUTÉS EN 1902.

Ce rapport, établi conformément à l'article 4 du Décret constituant la Commission des substances explosives, comprend les objets suivants :

1° *Analyse des rapports adressés au Ministre pendant l'année* 1901 ;

2° *Revue des travaux effectués pendant la même année.*

Analyse des rapports établis pendant l'année 1902.

RAPPORT N° 147. — *Sur l'étude d'un nouvel explosif de mine du type C.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. LIOUVILLE.)

La Commission des substances explosives a été saisie, par

(1) Voir **1** 432, **2** 573, **3** 171, **4** 205, **5** 68, **6** 211, **7** 139, **8** 60, **9** 118, **10** 17, 284 et **11** 47, 220, les *Comptes rendus* des travaux exécutés de 1878 à 1902.

dépêche du 17 novembre 1900, de l'étude d'un nouvel explosif de mine du type C, dont la composition était la suivante:

Crésylate d'ammoniaque.....	95 pour 100
Chlorate de potasse.....	5 pour 100

et, par dépêche du 26 juillet 1901, la question posée par le Ministre de la Guerre, au sujet de cet explosif, a été étendue à tous les mélanges de chlorate de potasse et de crésylate d'ammoniaque. La Commission était invitée à faire connaître si les mélanges indiqués peuvent être considérés comme susceptibles d'emploi dans les mines et, dans le cas de l'affirmative, s'ils peuvent être fabriqués, emmagasinés et transportés sans dangers spéciaux.

M. Roux, qui a proposé les explosifs dont il s'agit, a fait parvenir à la Commission un échantillon d'environ 200^{g}, formé d'un mélange de 96 pour 100 de nitro-crésylate d'ammoniaque et 4 pour 100 de chlorate de potasse, cette proportion lui ayant paru la meilleure à adopter pour constituer une substance capable de détoner, mais voisine de la limite pour laquelle la détonation ne pourrait être obtenue.

La Commission a déjà eu plusieurs fois à étudier des mélanges divers contenant du chlorate de potasse et renfermant, pour la plupart, une forte proportion de ce produit, dont le prix de revient est avantageux.

Mais, les mélanges visés dans la demande de M. Roux sont, au contraire, à faible proportion de chlorate de potasse, de sorte que les avantages de prix relatifs aux explosifs au chlorate antérieurement proposés ne peuvent être obtenus pour les explosifs préconisés par M. Roux. En outre, l'association du nitro-crésylate d'ammoniaque au chlorate de potasse présente des inconvénients remarqués par plusieurs personnes et par M. Roux lui-même, les mélanges de cette espèce étant d'une instabilité telle qu'ils peuvent être considérés comme en évolution chimique continuelle. Cette instabilité est due vraisemblablement à ce que le chlorate de potasse, en présence de sels ammoniacaux, donne lieu à la formation d'un chlorate d'ammoniaque qui se décompose, dès la température ordinaire, d'une façon très rapide.

Ainsi, d'après une constatation faite par M. Roux et communiquée à la Commission, dans des cartouches contenant, lors de

leur préparation, 80 pour 100 de nitrate d'ammoniaque, 15 pour 100 de nitro-crésylate d'ammoniaque et 5 pour 100 de chlorate de potasse, cartouches d'ailleurs maintenues à l'abri de l'humidité par une enveloppe imperméable, on n'a plus retrouvé, après quelque temps de conservation, aucune trace d'acide chlorique.

Ce résultat met en évidence l'impossibilité de conserver, avec leur composition primitive, les mélanges explosifs contenant à la fois un sel ammoniacal et du chlorate de potasse. Les mélanges proposés par M. Roux ne semblent donc pas satisfaire à la condition, que l'État s'est jusqu'à présent toujours imposée, de ne livrer aux consommateurs que des produits stables, dont les propriétés ne puissent être profondément altérées pendant la durée normale de leur conservation.

En conséquence, la Commission a pensé que les explosifs composés de nitro-crésylate d'ammoniaque et de chlorate de potasse ne sont pas de ceux que l'État aurait intérêt à fabriquer. Elle est d'avis que la fabrication, le transport et la mise en vente de mélanges de cette espèce auraient, en raison du peu de stabilité qu'ils présentent, des inconvénients sensibles et que la demande formulée par M. Roux ne peut être accueillie.

Rapport n° 149. — *Sur l'examen des bougies portatives à feu rouge de Bengale, inventées par M. Lamouroux.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. Liouville.)

Par dépêche du Ministre de la Guerre, en date du 29 juin 1901, la Commission des substances explosives a été chargée de l'examen des bougies portatives à feu rouge, inventées par M. Lamouroux, pour assurer la protection des trains en détresse. La Commission était spécialement invitée à donner son avis sur les qualités d'inaltérabilité et de bon fonctionnement attribuées aux bougies dont il s'agit.

Afin de pouvoir procéder à des essais comparatifs de ces bougies avec les flambeaux Lamarre, depuis longtemps en usage dans l'Armée, et dont l'inaltérabilité paraît suffisante, la Commission a demandé à M. le Ministre de la Guerre de faire mettre à sa disposition quelques flambeaux de cette espèce et, les ayant obtenus, elle a pu faire avec les bougies Lamouroux, dont quelques échan-

tillons lui avaient été adressés par M. Berthier, artificier à Monteux (Vaucluse), la comparaison qui lui avait semblé utile.

Il en est résulté :

1° Que la durée de combustion d'une bougie Lamouroux, comme celle d'un flambeau Lamarre, est d'environ 10 minutes;

2° Que l'intensité de la lumière produite est presque la même, le flambeau Lamarre ayant plutôt un peu d'avantage, parce qu'il s'encrasse moins et donne moins de fumée, tandis que la bougie Lamouroux donne une fumée très abondante.

Enfin, les dimensions des flambeaux Lamarre sont beaucoup plus faibles que celles des bougies Lamouroux. Ils sont donc moins encombrants et d'un prix vraisemblablement moindre.

En résumé, d'après ces résultats, et en tenant compte des *desiderata* des Compagnies de Chemins de fer sur les conditions de fonctionnement de ces divers engins, la Commission a été d'avis que, si l'emploi de feux rouges analogues à ceux que produisent les bougies Lamouroux était nécessaire ou paraissait présenter une utilité véritable pour assurer la sécurité des trains, des résultats, plus satisfaisants à divers points de vue, peuvent être obtenus à l'aide des flambeaux Lamarre, depuis longtemps en service dans l'Armée et par suite bien connus.

Rapport n° 150. — *Sur l'examen d'une demande de modification de la dynamite n° 0.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. Lheure.)

Par dépêche du 23 janvier 1902, le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de la Commission une demande faite par la Société Générale pour la fabrication de la dynamite, en vue d'obtenir l'autorisation de modifier la formule de la dynamite n° 0.

Le Ministre invitait la Commission à lui faire connaître son avis sur la suite dont cette demande était susceptible, et, à la dépêche ministérielle étaient jointes la demande de la Société générale et une Note du laboratoire de Paulilles.

A la formule de la dynamite n° 0, actuellement autorisée et composée de

Nitroglycérine	70 pour 100
Cellulose de bois	30 pour 100

la Société générale substituait la suivante :

Nitroglycérine.....	68,6 pour 100
Coton azotique	1,4 pour 100
Cellulose de bois séchée.....	30,0 pour 100

Pour procéder aux essais réglementaires, la Commission a reçu des échantillons nouveaux, provenant des usines d'Ablon et de Paulilles, et a procédé à l'analyse des matières entrant dans leur composition.

Les résultats fournis ont montré une certaine supériorité en faveur des échantillons fabriqués à l'usine d'Ablon.

La Commission a ensuite soumis les différents échantillons aux épreuves ordinaires de l'action de l'humidité et de la chaleur, comparativement à la dynamite n° 0 de Cugny.

Les épreuves à l'action de l'humidité, qui ont consisté en un séjour de deux mois dans une caisse remplie de sciure de bois humide et une épreuve de gel et de dégel, n'ont fait accuser aucune altération des nouvelles cartouches. Elles avaient seulement augmenté de volume, mais sans montrer d'exsudation de la nitroglycérine.

Les épreuves à l'action de la chaleur ont consisté en un chauffage continu de jour et de nuit, pendant 24 jours, dans une étuve à thermorégulateur réglée au voisinage de 40°.

Pour cette épreuve on avait formé, avec les nouveaux échantillons, de petits cylindres, de 27^{mm} de diamètre et 25^{mm} de hauteur, que l'on avait disposés sur des cartons et dont la partie supérieure était mise en contact avec un papier de tournesol.

On n'a constaté aucune exsudation de nitroglycérine, mais tous les échantillons ont laissé sur leurs cartons une tache huileuse, à peu près circulaire, de 72^{mm} de diamètre pour le type de Cugny et la dynamite de Paulilles, et de 38^{mm} seulement pour la dynamite d'Ablon. Les différents papiers de tournesol avaient conservé leur teinte bleue.

D'après ces résultats, la Commission a été d'avis que la fabrication de la dynamite n° 0 modifiée pouvait être autorisée. Toutefois, elle a signalé qu'il y avait lieu d'adopter comme type de cette fabrication celui d'Ablon sensiblement plus homogène que celui de Paulilles.

Rapport n° 151. — *Sur le choix d'une nouvelle poudre pour les tirs contre la grêle.*

(Étude confiée à une Sous-Commission spéciale; rapporteur: M. Lheure.)

Jusqu'à ce jour, dans les tirs contre la grêle, on se servait en France de poudres de démolition fournies par le Service de l'Artillerie; mais le stock de ces poudres étant devenu très réduit, il y avait lieu de rechercher une autre poudre répondant aux desiderata des agriculteurs.

Déjà, dans une lettre du 24 juin 1901 adressée au Ministre, la Commission des substances explosives avait émis l'avis qu'une solution provisoire serait vraisemblablement donnée le cas échéant par la poudre de commerce extérieur, et elle avait alors demandé l'envoi à Sevran de 10^{kg} de cette poudre, pour une étude sommaire de la question.

Des essais (1) ont été entrepris sur les poudres de commerce extérieur reçues par la Commission, ainsi que sur divers échantillons fabriqués par la poudrerie de Sevran. Avant de donner le détail de ces essais, la Commission indique tout d'abord les propriétés principales des poudres étudiées et les caractéristiques des appareils employés.

Les essais ont porté sur les poudres de commerce extérieur, ordinaire et forte, sur la poudre à canon des Finances (poudre type MC_{30}) et sur sept échantillons fabriqués à Sevran, au dosage de la poudre de commerce extérieur, tamisés entre les perces de 0^{mm},6 et 2^{mm},5 et ne différant entre eux que par le lissage.

Les prix de revient moyens de ces différentes poudres sont les suivants:

Poudre de commerce extérieur, ordinaire...	66^{fr},71	les 100^{kg}
» » » forte.....	72^{fr},03	»
Poudre MC_{30}.....	77^{fr},99	»

Pour les différents échantillons fabriqués spécialement en vue des essais, le prix de revient est sensiblement le même que celui de la poudre de commerce extérieur ordinaire.

---

(1) *Voir* le détail des essais, p. 31.

Les prix indiqués ci-dessus comprennent les frais généraux.

On s'est servi, pour les tirs, du canon Olian Fannio, du canon Delafond, Queulin et Cie et, enfin, d'un canon éprouvette muni d'un dispositif pour la mesure des pressions. Ces divers appareils étaient installés dans le champ de tir de la poudrerie de Sevran.

Les essais avaient pour but:

1° L'étude des particularités de tir que peuvent présenter les différentes poudres : projection, bruit, durée de sifflement, encrassement, etc.;

2° La mesure des pressions développées dans les canons;

3° L'observation des effets produits sur un rideau d'arbres ou une enveloppe d'eau par un projectile gazeux.

Tous les essais ont été faits avec une charge uniforme de 80^{g} de poudre, charge fréquemment adoptée dans le tir des canons à grêle.

Les différentes poudres énumérées plus haut ont toujours brûlé dans les canons contre la grêle sans donner lieu à des projections enflammées en dehors du cône.

Dans le canon-éprouvette on a recueilli, après chaque coup, un certain nombre de grains non brûlés, dont la proportion était plus élevée avec les poudres de commerce extérieur qu'avec la poudre à canon, mais ces projections de grains non brûlés peuvent s'expliquer par l'insuffisance de bourrage dans le canon-éprouvette.

On n'a observé aucune différence au point de vue du bruit entre les différentes poudres.

Les durées de sifflement ont été mesurées dans le canon Olian Fannio et, pour toutes les poudres étudiées, les résultats ont été à peu près équivalents.

On n'a obtenu aucun encrassement gênant, même après des tirs de vingt coups par séance, et le fonctionnement des canons a toujours été satisfaisant.

La mesure des pressions a été faite dans le canon-éprouvette en se servant des cylindres de cuivre de $13^{mm} \times 8^{mm}$ et en déduisant la pression de l'écrasement à l'aide de la Table de tarage de Gâvres.

Quelques essais comparatifs ont aussi été effectués en vue de déterminer l'influence de la nature des bourres.

La poudre à canon et l'échantillon n° 1 de Sevran ont donné des pressions peu différentes et voisines de 200^{kg} par centimètre carré. L'échantillon n° 1 a été très irrégulier et a donné des pressions variant de 143^{kg} à 353^{kg}. Toutes les autres poudres ont donné de faibles pressions. L'échantillon le moins lent d'entre elles serait le n° 6 (poudre de commerce extérieur lissée 5 heures seulement), dont la pression est à peu près moitié de celle de la poudre à canon.

On ne peut songer à égaliser les pressions par l'emploi de bourres spéciales, car les résultats ont été très sensiblement les mêmes avec des bourres de nature différente (feutre, liège et papier).

Pour étudier les effets mécaniques à distance, on a pointé le canon Delafond, Queulin et C^{ie}, sur un rideau de hauts peupliers. Sous l'action du tir, les feuilles et les branches d'arbres étaient en général secouées dans la direction du canon, comme par un projectile gazeux. On a mesuré le temps qui s'écoulait entre le départ du coup et le choc du projectile gazeux contre le but.

Tous les tirs ont été caractérisés par une irrégularité très grande, tant dans la direction que dans la vitesse de translation du projectile gazeux qui produisait l'action mécanique sur les feuilles d'arbres, et en faisant abstraction des irrégularités pour ne considérer que les résultats moyens, savoir:

1° Que la vitesse de translation du projectile gazeux diminue très rapidement, à mesure que la distance parcourue augmente;

2° Que la poudre à canon donne des vitesses de translation supérieures à celles fournies par les deux autres poudres.

Quelques essais complémentaires ont confirmé ces résultats.

Avant de formuler ses conclusions sur les essais qui précèdent, la Commission a pensé qu'il était indispensable de préciser les conditions exigées des poudres destinées aux tirs contre la grêle.

Ces poudres doivent être d'un prix peu élevé, ne développer que des pressions modérées pour présenter des garanties de sécurité, et assurer aux tirs le maximum d'efficacité.

Cette dernière condition rend le choix d'une poudre difficile et

incertain, car on ne connaît actuellement aucun moyen de mesurer avec quelque certitude l'efficacité des tirs.

Si l'efficacité dépendait uniquement de la durée du sifflement, les différentes poudres étudiées seraient très sensiblement équivalentes. Le choix dicté par les autres considérations se porterait sur la poudre de commerce extérieur peu lissée (échantillon n° 6) dont le prix est faible et qui donne, dans les tirs, des pressions très régulières et peu élevées.

Si, au contraire, l'efficacité dépend de la vitesse de translation du projectile gazeux, les différentes poudres se différencient très nettement, et c'est la poudre à canon des Finances qui se classe au premier rang.

Suivant donc que le choix d'une poudre est dicté par la considération du prix ou les présomptions d'efficacité, on est amené à donner la préférence, soit à une poudre de commerce extérieur faiblement lissée (échantillon n° 6), soit à la poudre à canon des Finances.

Comme conclusion de son étude, la Commission est d'avis, bien que la différence du prix de revient entre les deux poudres précédentes soit assez élevée (0^{fr},11 par kilogramme), qu'il convient d'accorder la prépondérance aux considérations d'efficacité et elle propose d'adopter pour les tirs la poudre à canon des Finances (MC_{30}), en raison de son analogie avec les poudres de démolition employées jusqu'à présent.

La Commission a fait remarquer que, si des résultats contradictoires se produisent, il est important qu'ils ne puissent être attribués à l'influence de la poudre et, à ce point de vue particulier, la solution proposée aurait l'avantage d'éviter toute cause de perturbation dans les expériences et les observations en cours. D'ailleurs, l'étude actuelle serait à reprendre le jour où l'on connaîtrait le moyen de mesurer avec précision et certitude l'action des tirs contre la grêle.

RAPPORT N° 152. — *Sur l'examen d'une demande de fabrication de quatre nouveaux types de dynamite.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. LHEURE.)

Par dépêche du 5 juin 1902, le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une

demande de la Société générale pour la fabrication de la dynamite, tendant à obtenir l'autorisation de fabriquer dans ses usines d'Ablon et de Paulilles quatre nouveaux types de dynamite (nos 4, 5, 6 et 7) destinés exclusivement à l'exportation. Le Ministre, dans la dépêche précitée, demandait l'avis de la Commission sur la suite dont cette demande était susceptible.

Ces nouveaux types de dynamite ont la composition suivante:

DYNAMITES.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.
Nitroglycérine	59,00	48,00	39,50	29,00
Coton azotique	1,50	1,00	»	»
Nitrate de soude	25,00	36,30	43,00	50,35
Cellulose	14,00	14,00	17,00	11,00
Carbonate de soude	0,35	0,45	0,30	0,50
Ocre	0,15	0,25	0,20	0,15
Farine de blé	»	»	»	9,00
	100,00	100,00	100,00	100,00

On voit que les types 4 et 5 rentrent dans la catégorie des dynamites gélatinées et les types 6 et 7 dans la catégorie des dynamites ordinaires.

La Commission a reçu, d'Ablon et de Paulilles, des échantillons de chacun des nouveaux types. Toutes les cartouches étaient contenues dans des enveloppes étanches en papier paraffiné. L'examen des types, au moment de leur réception, montra que les nos 6 et 7 étaient en bon état, mais les types 4 et 5 laissaient voir, à l'intérieur de leurs enveloppes, de légères traces d'exsudation.

On a fait subir aux échantillons présentés les épreuves ordinaires, concernant l'action de la chaleur, celle de l'humidité et celle des alternatives de gel et de dégel.

Tous les échantillons ont d'abord été soumis, comparativement à une dynamite-gomme J de Cugny, à un chauffage continu de jour et de nuit dans une étuve à thermorégulateur réglée au voisinage de 40°.

Les essais ont porté sur de petits cylindres d'explosifs, de 27^{mm} de diamètre sur 22^{mm} de hauteur, que l'on disposait au centre d'un carton blanc de 80^{mm} de diamètre. Ces cylindres étaient mis en contact, à leur partie supérieure, avec un papier de tournesol.

Les dynamites en essai n'ont subi, au bout de 32 jours de chauffage, que des déformations très faibles, inférieures à celles du type, et n'ont pas accusé de décomposition nitreuse. Au point de vue de l'exsudation, les types 6 et 7 se sont montrés légèrement inférieurs au type.

Comme les nouvelles dynamites sont destinées à l'exportation et qu'elles peuvent, par suite, se trouver soumises à des températures élevées, la Commission a cru devoir étudier les échantillons 6 et 7 en les soumettant à un chauffage, de courte durée, à une température voisine de 50°. On a pris comme type, pour cet essai, les dynamites n^{os} 1 et 0, qui ne renferment pas de coton azotique et paraissent, par suite, plus comparables aux dynamites à étudier. Les diamètres moyens des taches huileuses laissées sur les cartons, après un chauffage continu de 24 heures, ont montré que, tout en restant dans les limites acceptables, l'exsudation a été plus accusée pour les types 6 et 7 que pour les dynamites n^{os} 0 et 1.

Pour étudier l'action de l'humidité, on a exposé plusieurs cartouches de chaque échantillon, munies de leurs enveloppes étanches et comparativement à la gomme J de Cugny, dans une caisse à moitié remplie de sciure de bois humide. Après un séjour d'un mois dans cette atmosphère saturée d'humidité, les échantillons 4 et 5 avaient laissé, à l'intérieur de leurs enveloppes paraffinées, quelques empreintes huileuses dénotant une légère exsudation. Les échantillons 6 et 7 étaient en bon état. En prolongeant l'épreuve à une durée de 50 jours, les traces d'exsudation des échantillons n'ont pas été plus appréciables.

Enfin, l'action des alternatives de gel et de dégel n'a eu d'autre effet que de faire apparaître sur les enveloppes des dynamites 4 et 5 des taches de nitroglycérine dénotant une légère exsudation, et il est possible que celle-ci soit due à une incorporation insuffisante qui aurait laissé, en certains points, des grumeaux trop riches en nitroglycérine.

En résumé, les dynamites n^{os} 4, 5, 6 et 7 ont donné des résultats satisfaisants au point de vue de la consistance et de la décomposition nitreuse, mais médiocres au point de vue de la résistance à l'exsudation; en tout cas, les épreuves auxquelles ont été soumis les échantillons n'ont déterminé d'exsudation vraiment dangereuse pour aucun d'eux.

En conséquence, la Commission a été d'avis que leur fabrication peut être autorisée; mais elle a fait observer que les nouvelles dynamites, renfermant un sel hygrométrique, devront être munies d'un encartouchage étanche, semblable à celui des échantillons soumis à la Commission.

Revue des travaux effectués pendant l'année.

(Extrait.)

Les travaux de la Commission, pendant l'année qui vient de s'écouler, ont porté sur quelques études actuellement terminées; d'autres restent en cours d'exécution.

ÉTUDE N° 151.

Réglementation de l'emploi des explosifs (1) dans les mines grisouteuses et poussiéreuses.

Dans le cours de l'année 1902, des recherches ont été faites à la poudrerie de Sevran, en vue de répondre aux questions posées par le Ministre au sujet de l'emploi des explosifs dans les usines grisouteuses.

On a successivement étudié :

1° Le moyen de réaliser un encartouchage étanche avec enveloppes métalliques;

2° Les propriétés explosives de quelques compositions différant légèrement des explosifs de sûreté actuels;

3° Les propriétés d'explosifs de sûreté à base de perchlorate d'ammoniaque;

4° L'emploi d'explosifs au perchlorate d'ammoniaque pour renforcer l'amorçage;

5° Les propriétés de divers mélanges explosifs renfermant de l'aluminium;

6° Les propriétés d'un explosif de sûreté formé de nitroglycérine et de salpêtre;

7° L'emploi, comme cartouches d'amorçage, d'un explosif de sûreté formé de perchlorate de potasse et d'aluminium.

---

(1) *Voir* p. 7.

Les résultats obtenus sont consignés dans divers comptes rendus d'expériences.

L'étude est continuée et l'on espère être prochainement en mesure d'établir un rapport sur cette question.

ÉTUDE N° 157.

Étude des engins destinés à écarter la grêle.

Cette étude a donné lieu, en 1902, à l'établissement d'un Rapport sur le choix de la poudre à employer pour les tirs contre la grêle. Ce rapport provisoire était motivé par la diminution du stock des poudres de démolition et la nécessité de remplacer cette dernière par une poudre neuve capable de donner les mêmes résultats, tout en restant d'un prix peu élevé.

Ce Rapport a été analysé dans le présent compte rendu.

Les autres questions relatives à la même étude seront reprises quand on aura pu recueillir les renseignements fournis par les Syndicats agricoles qui font usage des canons grêlifuges.

ÉTUDE N° 158.

Examen d'un nouvel explosif de mine du type C.

Cette étude a donné lieu à l'établissement du Rapport n° 147 analysé plus haut; elle est ainsi terminée.

ÉTUDE N° 159.

Étude des effets à distance des explosions de dynamite.

La Commission a continué à réunir, pendant le cours de l'année 1902, les renseignements se rattachant à cette question. Elle a cherché à obtenir quelques données sur la loi de variation avec la distance des effets produits par une explosion. A cet effet, elle a imaginé des appareils enregistreurs capables de déterminer la relation existant entre les distances dangereuses et les charges d'explosifs, et elle en a fait l'étude préliminaire dans des expériences qui ont eu lieu au champ de tir de la poudrerie de Sevran. L'étude en grand de ces appareils a eu lieu dans des expériences faites le 24 juin, au camp de Beverloo (Belgique), et les résul-

tats obtenus ont été consignés dans un compte rendu qui a été adressé au Ministre.

On a aussi étudié, dans des tirs exécutés à Versailles, l'effet produit sur des cabanes vitrées, par le souffle d'une pièce de canon de 24^{cm} tirée à diverses charges et à diverses distances.

Cette étude reste en cours d'exécution.

ÉTUDE N° 162.

Examen des bougies portatives à feu rouge de Bengale, inventées par M. Lamouroux.

Cette étude a abouti, en 1902, à l'établissement du Rapport n° 149, analysé dans le présent compte rendu; elle est actuellement terminée.

ÉTUDE N° 164.

Proposition de M. Führer, relative à des perfectionnements apportés aux explosifs.

La Commission a recueilli, dans le cours de l'année 1902, divers documents se rattachant à cette question et elle se propose de comparer les explosifs à l'aluminium avec les explosifs déjà utilisés par l'Industrie.

ÉTUDE N° 166.

Examen d'une demande de modification de la dynamite n° 0.

Cette étude est actuellement terminée et a fait l'objet, en 1902, du Rapport n° 150, analysé plus haut.

ÉTUDE N° 167.

Étude de nouveaux types d'explosifs Street.

Les essais concernant cette étude sont actuellement en cours.

ÉTUDE N° 168.

Examen d'une demande de fabrication de quatre nouveaux types de dynamite.

Cette étude est actuellement terminée et a donné lieu, en 1902, à l'établissement du Rapport n° 152, analysé dans le présent compte rendu.

ANNEXE.

CHANGEMENTS SURVENUS DANS LE PERSONNEL DE LA COMMISSION PENDANT L'ANNÉE 1902.

La composition de la Commission des substances explosives (1) a subi, pendant l'année 1902, les modifications suivantes :

Par décision ministérielle du 2 mai 1902, M. le Capitaine TRIGER, attaché à la Section technique de l'artillerie, a été nommé membre adjoint de la Commission, en remplacement de M. le capitaine BONNICHON, de la même arme, appelé à d'autres fonctions.

Par décision ministérielle du 25 juillet 1902, M. le colonel JACOB, de l'artillerie coloniale, Directeur du Laboratoire central de la Marine, a été nommé membre titulaire de la Commission, en remplacement de M. le colonel BONNIER, appelé à d'autres fonctions.

Enfin, par décision ministérielle du 1er octobre 1902, M. l'Ingénieur en chef des Mines LE CHATELIER a été nommé membre titulaire de la Commission des substances explosives, en remplacement de M. l'Ingénieur en chef CORNU, décédé.

En conséquence, l'état de la Commission, au 31 décembre 1902, est le suivant :

Membres titulaires.... MM. BERTHELOT, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie française, *président;*
SARRAU, inspecteur général des poudres et salpêtres, membre de l'Institut, *vice-président;*
JACOB, colonel d'artillerie coloniale;
BRULEY, Ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres;
Général NAQUET-LAROQUE, président de la Commission d'expériences et de la Commission de réception des poudres de guerre;
LE CHATELIER, ingénieur en chef des mines;
BERTRAND, chef de bataillon du génie;
VIEILLE, ingénieur en chef des poudres et salpêtres;
LIOUVILLE, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, *secrétaire.*

(1) Voir *Mémorial des Poudres et Salpêtres,* t. XI, p. 228.

Membres adjoints ou temporaires..... MM. ANGOT, professeur à l'Institut agronomique ;
CANDÈZE, chef d'escadron de l'artillerie coloniale ;
René CAVARD, directeur de la Sûreté générale ;
CHESNEAU, ingénieur en chef des mines ;
DABAT, directeur au ministère de l'agriculture ;
DUCRU, capitaine d'artillerie ;
FLEURI, capitaine du génie ;
HAGRON, ingénieur en chef des poudres et salpêtres ;
HOUDAILLE, professeur à l'École d'agriculture de Montpellier ;
JOFFROY, chef de bureau à la direction de la Sûreté générale ;
LALUNE, chef d'escadron de l'artillerie coloniale ;
LEDOUX, ingénieur en chef des mines, en retraite ;
LEPIDI, capitaine d'artillerie ;
LHEURE, ingénieur des poudres et salpêtres ;
TRIGER, capitaine d'artillerie ;
VALLIER, lieutenant-colonel d'artillerie.

Paris, le 12 mars 1903.

Vu :

Le président,
BERTHELOT.

Le secrétaire,
LIOUVILLE.

LES EXPÉRIENCES

DE

TIRS CONTRE LA GRÊLE

PAR

M. Alfred ANGOT.

Historique. — La grêle, qui accompagne certains orages, est un phénomène très irrégulier : tandis qu'une même nuée orageuse traverse souvent une grande partie de la France, la grêle ne tombe d'ordinaire que sur des régions limitées du parcours; dans une même station, le nombre des chutes de grêle est donc bien moindre que celui des orages. A Paris, par exemple, dans les six mois chauds, d'avril à septembre, on observe en moyenne 25 jours d'orage et 5 seulement de grêle, le plus souvent encore inoffensive. Toutefois les dommages causés par la grêle sur toute la surface de notre pays atteignent un chiffre élevé; la perte moyenne annuelle est d'environ 83 millions et peut varier entre 48 et 134 millions, suivant les années. L'importance de ce chiffre suffit à montrer l'intérêt pratique que présente l'étude des moyens qui permettraient de supprimer ou d'atténuer ces pertes.

Au VIII^e^ siècle, les Francs plantaient dans les champs de grandes perches pour détourner les orages, procédé qui a retrouvé un moment de grande vogue au commencement du XIX^e^ siècle. En 1820, en effet, A. Lapostolle publiait à Amiens un *Traité des parafoudres et des paragrêles en cordes de paille,* dans lequel il proposait d'installer dans les champs des perches hautes de 15 à 20 pieds, terminées à leur sommet par une pointe en bois dur,

d'où descendait une corde de paille tressée, fixée à la perche par des vis et des fils en cuivre rouge; une seule de ces perches devait suffire pour protéger une surface de 60 arpents. L'usage des paragrêles de Lapostolle se répandit rapidement en France, d'abord dans les Hautes-Pyrénées, puis dans le Lyonnais, la Bourgogne et l'Alsace; ils furent adoptés également dans presque toute la Suisse et dans la Haute-Italie. Malgré les protestations de Biot et de Gay-Lussac, la confiance des agriculteurs dans ces paragrêles était absolue; on constata fréquemment que les orages se séparaient en deux quand ils arrivaient au-dessus des régions défendues par les perches de Lapostolle. Plusieurs fois même on observa que, tandis que la grêle tombait assez abondamment sur les prés et les champs voisins, on ne recevait, sur les espaces défendus, que des flocons de neige ou plutôt d'une matière blanchâtre peu consistante. Il est curieux de signaler ce dernier fait, que l'on verra se reproduire plus tard dans la Haute-Italie lors des tirs avec les canons paragrêles. L'efficacité des perches de Lapostolle ne dura guère que 6 ans : pendant la nuit du 22 au 23 juillet 1826, la grêle détruisit la moitié de la récolte dans le canton de Vaud et ce sont précisément les contrées munies de paragrêles qui ont le plus souffert; plusieurs endroits où il n'y avait pas de paragrêles ont été épargnés. Cette catastrophe entraîna la disparition des paragrêles de Lapostolle.

Pendant tout le moyen âge et jusque vers la fin du XVIII^e^ siècle on employa contre les orages la sonnerie des cloches, sans autre résultat appréciable que de faire foudroyer un grand nombre de sonneurs.

C'est vers 1769, à peu près simultanément en France et en Bavière, que l'on paraît avoir songé à combattre la grêle par des décharges d'artillerie. L'idée d'une influence des détonations sur les orages était même déjà assez répandue, car elle est signalée en 1760, à l'article *Orage* de la première *Encyclopédie*. En 1769, le comte de Chevriers, ancien officier de marine, avait commencé régulièrement dans son château du Thil, commune de Vaurenard (Mâconnais), à tirer le canon contre les nuages à grêle; il ne consommait pas moins annuellement, pour cet objet, de 100^kg^ à 150^kg^ de poudre de mine. Cette pratique se répandit dans tout le Mâconnais; Leschevin, commissaire en chef des Poudres et Sal-

pêtres, constate en 1806 que, dans cette région et de ce chef, la consommation moyenne de poudre était de 400^{kg} à 500^{kg} par an. Dans la commune de Fleury on se servait d'un mortier qui recevait une charge de 500^{g} de poudre; dans d'autres communes on employait des boîtes de diverses dimensions. Les tirs étaient généralement pratiqués sur les hauteurs.

Les tirs contre la grêle étaient, vers la même époque, d'un usage courant en Bavière et dans toute l'Autriche; ils y furent l'objet de nombreuses discussions et de recherches scientifiques que l'on trouve notamment dans les publications de l'Académie des Sciences de Bavière (1). Parmi les expériences les plus intéressantes qui furent faites à ce propos, il est bon de signaler celle que Maximus Imhof fit exécuter en 1811. Un jour de calme complet, on produisit un gros nuage artificiel de fumée en allumant un bûcher composé de paille, de foin, de bois et dans lequel on avait introduit des couronnes d'artifices goudronnées; puis on dirigea sur ce nuage le tir d'un canon de 12 livres chargé à 3 livres de poudre, d'un canon de 6 livres chargé à 1 livre et demie et de deux mortiers chargés à une demi-livre, à des distances successives du nuage de 200, 100 et 50 pas. Le tir de ces pièces, répété dans les conditions les plus variées, ne produisit aucun effet appréciable sur la colonne de fumée. Même à 25 pas et avec le canon chargé à 3 livres de poudre, cette colonne ne montra qu'un déplacement latéral à peine perceptible, au moment où elle fut atteinte par les gaz de la décharge et revint immédiatement après dans son premier état. M. Imhof conclut de ces expériences que, si le tir était sans effet sur le nuage artificiel, il devait, à plus forte raison, en être de même pour les nuées orageuses, qui sont beaucoup plus grandes, plus éloignées et animées souvent de mouvements rapides.

Soit par suite de ces objections et de bien d'autres encore, soit plutôt parce que l'on reconnut à l'usage que la grêle continuait à tomber en dépit des canons, la pratique des tirs contre la grêle, après une grande vogue, tomba peu à peu dans l'oubli, d'où elle devait sortir de nouveau en 1896.

(1) M. von Obermayer a publié des renseignements historiques très complets relatifs à la Bavière et à l'Autriche dans le supplément, consacré à la Conférence de Graz, du Tome XXXIX des *Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*. Wien, 1902.

Les coteaux de Windisch-Feistritz, dans le sud de la Styrie, sont couverts de vignobles très étendus, qui donnent un vin réputé dans toute l'Autriche, mais qui sont fréquemment ravagés par la grêle. Le bourgmestre de cette localité, grand propriétaire de vignes, M. A. Stiger, estimait les dégâts produits par la grêle assez importants pour avoir fait recouvrir de grillages métalliques une partie de ses plantations, lorsqu'il reprit, en 1896, l'idée de tirer le canon contre les nuées orageuses. 36 stations de tir, distribuées sur toute l'étendue du vignoble, principalement sur les points culminants, ouvrirent le feu contre les nuages toutes les fois qu'un orage semblait menacer. Dès la première année (1896-1897), aucune chute de grêle ne se produisit sur les vignobles ainsi protégés.

Ce succès apparent eut immédiatement un grand retentissement et la pratique du tir contre la grêle se répandit aussitôt dans les régions viticoles de l'Autriche, de la Hongrie, de la Haute-Italie et en France, surtout dans le Beaujolais et le Mâconnais, où avaient été faites, un siècle auparavant, les premières expériences. C'est actuellement par *dizaines de mille* que l'on compte les canons à grêle installés dans la Haute-Italie. L'efficacité du tir contre la grêle fut admise comme indiscutable dans les Congrès de Casale (1899) et de Padoue (1900), où la foule des viticulteurs, convaincue d'avance, ne voulut qu'à grand'peine permettre aux hommes de science de formuler quelques réserves. Toutefois l'enthousiasme fut déjà moindre et les discussions furent plus sérieuses et plus calmes au Congrès de Lyon (1901).

Sollicité d'intervenir pour réglementer la pratique des tirs contre la grêle, la rendre obligatoire au besoin et subventionner en même temps les syndicats agricoles pour leur permettre de continuer les essais, le Gouvernement autrichien résolut de s'éclairer sur la question en réunissant, non un Congrès ouvert à tous, où les discussions sérieuses sont à peu près impossibles, mais une *Conférence internationale d'experts,* composée seulement de personnes compétentes, admises sur invitation spéciale, météorologistes, ingénieurs et représentants de syndicats de viticulteurs.

Cette Conférence s'est réunie à Graz (Styrie), du 20 au 25 juillet 1902, dans les locaux de l'Institut de Physique de l'Université; elle comprenait 62 membres, ainsi répartis par nationalités :

Autriche, 35; Italie, 10; Allemagne, 7; Hongrie, 5; France, 3; Russie, 1; Serbie, 1. En dehors de l'Autriche et de la Hongrie, quatre gouvernements étaient représentés officiellement : l'Allemagne, par M. le professeur Köppen, de la Deutsche Seewarte de Hambourg; la France, par moi-même; l'Italie, par M. le sénateur Blaserna; la Serbie, par M. Nedelkovitch, directeur de l'observatoire de Belgrade. Nous indiquerons ultérieurement les résolutions qui ont été prises dans cette Conférence.

Technique des tirs contre la grêle. — Tous les canons destinés au tir contre la grêle, à quelque modèle qu'ils appartiennent, se composent de deux parties principales : un mortier en acier fondu qui reçoit la charge de poudre et, au-dessus, un entonnoir conique ou parabolique en tôle (*fig.* 1), sorte de porte-voix ou de pavillon acoustique, destiné à concentrer et à diriger les ondes sonores et aussi les produits de la combustion, qui constituent ainsi une sorte de projectile gazeux.

La principale différence entre les divers systèmes réside dans la manière dont la charge est effectuée, soit par la bouche du mortier, soit par la culasse.

Les systèmes à chargement par la bouche sont les plus simples et évitent les crachements. La poudre est simplement versée dans le mortier que l'on apporte en place; l'inflammation est produite soit par une mèche introduite dans la lumière à la base du mortier, soit par une étoupille allumée à la mèche, soit enfin par une capsule et un percuteur, la capsule pouvant être placée latéralement ou au centre de la base du mortier. Les mortiers sont cylindriques ou ont la bouche plus ou moins resserrée; cette dernière forme paraît augmenter l'intensité du coup, mais rend le tassement de la poudre plus difficile et constitue un danger d'éclatement. Pour rendre le tir plus rapide, il est bon que chaque pièce possède plusieurs mortiers, que l'on peut charger d'avance, et qui ont ainsi tout le temps de se refroidir avant de servir à nouveau.

Dans les pièces se chargeant par la culasse, la charge de poudre et le logement de l'amorce sont renfermés dans un culot en métal plus ou moins épais, généralement en acier; il faut environ une douzaine de culots par canon pour permettre un tir assez rapide, et, pour charger les culots, il est bon que les charges de poudre

soient préparées d'avance dans des enveloppes de papier. Les pièces se chargeant par la culasse peuvent être rangées elles-mêmes sous deux types principaux : celles où la chambre à poudre est mobile et la culasse fixe; celles où la chambre est fixe et la culasse mobile.

Dans le premier système, le percuteur est placé sur la culasse fixe; la chambre glisse horizontalement, ou tourne autour d'un axe pour permettre l'introduction du culot chargé. Le mouvement inverse la ramène en position et l'inflammation se produit soit automatiquement par la fermeture même, soit à volonté. L'inconvénient de ce système est que, si les différentes parties sont bien ajustées à froid, il se produit des grippements par suite de l'échauffement; si, au contraire, on a laissé à froid un jeu suffisant, on doit craindre des crachements et des échappements de gaz, dangereux pour l'opérateur et pour les munitions.

Dans le second système, la chambre à poudre et l'âme sont venues ensemble de fonte, ce qui supprime une partie des dangers de crachements. La culasse est formée par un bloc mobile, soit verticalement de bas en haut au moyen d'un levier, soit horizontalement au moyen de glissières, soit par rabattement autour d'un axe horizontal; elle porte le percuteur, qui ne peut agir qu'après fermeture complète (1).

Dans l'un et l'autre des systèmes de canon se chargeant par la culasse, les culots ne fournissent pas par eux-mêmes une bonne obturation, ce qui permet des crachements sur leur pourtour; de plus la manipulation des capsules est assez dangereuse; aussi ont-ils donné lieu à beaucoup plus d'accidents que les pièces se chargeant par la bouche. Celles-ci sont beaucoup plus simples, moins coûteuses, plus faciles à employer, occasionnent moins de ratés et demandent moins de réparations; par contre leur maniement rapide exige la présence de deux personnes, tandis qu'une seule peut suffire pour les pièces se chargeant par la culasse.

---

(1) On trouvera la description de quelques-uns des modèles de canons les plus employés dans les Ouvrages suivants :

Comte J. DE CHABANNES LA PALICE, *La défense des vignes contre la grêle en Autriche et en Italie*. In-12. Lyon, librairie Cote, Effantin successeur, 1901.

HOUDAILLE, *Les orages à grêle et le tir des canons*. In-12. Paris, F. Alcan, 1901.

Fig. 1. — Canons contre la grêle. (Champ d'expériences de Sevran-Livry.)

Fig. 2. — Le tore de fumée dans le tir des canons contre la grêle.
(Champ de tir de Sainte-Katharein.)

Les pièces à chargement par la culasse ont eu d'abord une grande vogue, surtout en Italie et en France; on semble revenir aujourd'hui au type à mortier simple, se chargeant par la bouche, qui a toujours été exclusivement employé en Autriche. Les canons autrichiens sont construits dans les usines Greinitz à Sainte-Kathareinsur-Lamming (Styrie), sur un type uniforme qui a été établi par M. G. Suschnig, fondé de pouvoirs de cette maison. Dans ses études préliminaires, les plus complètes certainement qui aient été faites sur ce sujet, M. Suschnig n'a pas essayé moins de 67 types de mortiers, à âme cylindrique ou conique, et de 33 types de pavillons.

Lorsqu'on tire un de ces canons, composé d'un mortier que surmonte un pavillon conique, on remarque deux effets différents :

En dehors de la fumée proprement dite, qui ne s'élève pas au delà de quelques mètres et qui est rapidement emportée par le vent, il se produit fréquemment, mais cependant pas d'une manière constante, un anneau ou couronne de fumée (*fig.* 2), qui est lancé avec une vitesse assez grande. Cet anneau est en réalité un tore de révolution animé de deux mouvements différents : l'ensemble possède un mouvement de translation et, de plus, les particules présentent, dans des plans passant par l'axe du tore, un mouvement de rotation circulaire extrêmement rapide dont le sens est, dans la partie intérieure, le même que celui de la translation. Ce tore n'est pas toujours visible, surtout quand on emploie des poudres qui ne donnent que peu de résidus solides de combustion; il n'en existe pas moins et constitue un véritable projectile gazeux dont on peut mesurer la vitesse en le recevant sur des cibles placées à des distances connues. Notons qu'il ne faut pas confondre ce tore, visible ou non, avec un anneau secondaire qui se produit parfois immédiatement après le premier; ce dernier est animé d'une vitesse très faible, ne s'élève qu'à une petite hauteur et est facilement dévié et emporté latéralement par le vent.

D'autre part, la décharge est suivie d'un bruit particulier, sorte de sifflement dont l'intensité diminue progressivement et dont la hauteur varie parfois d'une manière assez irrégulière; dans certains cas il peut se prolonger longtemps, plus de 15 à 20 secondes. On a généralement attribué ce sifflement à la propagation dans l'air du tore gazeux; nous reviendrons ultérieurement sur cette question. Quoi qu'il en soit, M. Suschnig a pris dans ses expériences,

comme mesure de la puissance du tir, la durée pendant laquelle on entend ce sifflement particulier. Ses recherches ont alors conduit aux résultats suivants :

1° Il est utile que le bas du pavillon ne s'applique pas exactement contre le mortier; il faut laisser entre eux un certain intervalle pour faciliter la rentrée d'air après l'explosion.

2° Si, dans un canon donné, on augmente progressivement la charge de poudre, la durée du sifflement augmente d'abord, passe par un maximum, puis diminue. Il y a donc, pour chaque dimension de canon, une charge déterminée qui produit le maximum d'effet (1).

3° Pour une charge de poudre donnée, la durée du sifflement varie avec toutes les dimensions du canon.

4° En prenant, dans chaque cas, la charge de poudre la plus favorable, la durée du sifflement augmente avec la hauteur du pavillon; elle a été au maximum de $13^s,1$ avec un pavillon de $2^m,50$ et une charge de 100^k, de $13^s,7$ avec un pavillon de 3^m et une charge de 120^k, de $15^s,2$ avec un pavillon de $3^m,50$ et une charge de 150^k, enfin de $22^s,4$ avec un pavillon de 4^m et une charge de 180^k.

Dans la pratique, il serait trop coûteux et dangereux de dépasser cette dernière hauteur de pavillon et une charge de 180^k; c'est donc à cette limite que M. Suschnig s'est arrêté; le modèle type des canons employés partout en Autriche, dits *canons Suschnig*, et qui réalise les meilleures conditions de puissance relativement aux dimensions, est donc constitué de la manière suivante :

Mortier à âme cylindrique : hauteur, $0^m,40$; diamètre, $0^m,03$.
Pavillon : hauteur, $4^m,00$; diamètre de l'orifice supérieur, $0^m,80$.
Charge : 180^k de poudre de mine.

L'installation des canons est des plus simples : fixés sur un

(1) Dans une courte série d'expériences effectuées à Sevran-Livry, M. A. Cornu avait cru reconnaître que la durée du sifflement varie proportionnellement à la racine carrée de la charge; cette relation, suffisamment exacte pour les petites charges, ne saurait être générale; elle est incompatible avec l'existence du maximum, bien établie par les recherches de M. Suschnig et d'autres expérimentateurs.

socle solide (un bloc de bois évidé suffit parfaitement) ils sont abrités dans une cabane en bois, par le toit de laquelle sort la partie supérieure du pavillon. Il est recommandé de séparer la cabane en deux compartiments, l'un de 1^{m^2} au moins de surface pour le canon, l'autre de surface double destiné au personnel et aux munitions. Les deux compartiments ne communiquent entre eux que par un guichet, facile à fermer, par lequel on passe les mortiers chargés; on y entre par deux portes, qui restent ouvertes pendant le tir et sont placées sur la même face de la cabane, du côté opposé à celui d'où viennent généralement les orages; les battants s'ouvrent en sens contraire, de manière à ne pas gêner le passage. Toutes les précautions sont prises ainsi pour isoler la pièce et les munitions pendant le tir, tout en rendant la manœuvre facile.

Études relatives au tir contre la grêle. — L'effet des tirs contre les nuages orageux, si tant est que cet effet soit réel, ne peut être rapporté qn'à deux causes distinctes :

1° L'effet est produit directement par le tore de fumée lancé dans les nuages; ce projectile agirait soit mécaniquement par sa force vive, qui serait suffisante pour troubler l'état du nuage, soit physiquement en y apportant des particules capables de servir de noyaux de condensation et de faciliter la formation de la pluie, en empêchant celle de la grêle.

2° L'effet serait dû uniquement à l'onde acoustique résultant de la détonation et du sifflement prolongé qui la suit; cette onde troublerait l'état du nuage, de même que, dans les montagnes, une détonation suffit parfois pour provoquer des éboulements de pierre ou des avalanches de neige.

De nombreuses expériences ont été faites sur la puissance mécanique et la portée du projectile gazeux. En tirant à courte distance sur des cibles ou des rideaux d'arbres on constate que les cibles de toile sont souvent déchirées, les feuilles fortement agitées ou même arrachées; mais cet effet décroît rapidement avec la distance. Par exemple, dans les essais poursuivis près de Brescia en 1900, par M. Revelli, officier d'artillerie, il fut établi que le projectile ne se faisait plus sentir au delà de 130^m ou de 150^m.

Les études les plus complètes qui aient été publiées sur cette question sont celles de MM. Pernter et Trabert (1), elles ont été exécutées à l'usine même de Sainte-Katharein, où sont fabriqués les canons Suschnig, et qui présente pour ces recherches des facilités remarquables. L'usine est, en effet, située dans une vallée très resserrée, où le vent est généralement faible; des cibles pour l'étude du tir horizontal peuvent être disposées aisément à toutes distances jusque vers 350^{m}. Pour le tir vertical, on avait installé, sur les flancs très rapprochés des deux montagnes qui enserrent la vallée, des stations d'où l'on pouvait noter le moment où le tore de fumée passait dans le plan horizontal de visée.

Sans entrer dans le détail des expériences, il suffira de donner ici les résultats moyens pour le canon type Suschnig tirant à 180^{g} de poudre, charge qui a donné les plus grandes vitesses pour le projectile gazeux, comme elle avait aussi donné les plus grandes durées de sifflement dans les premiers essais de M. Suschnig; on voit ainsi que les deux procédés de mesure conduisent à des résultats tout à fait concordants. La première ligne des deux Tableaux ci-dessous donne les espaces parcourus par le projectile gazeux, la seconde les temps employés à les parcourir; enfin, la troisième ligne donne, en mètres par seconde, la vitesse moyenne du projectile entre chacune des distances successives où ont été faites les mesures.

Tir horizontal.

Espaces.....	0^{m}	24^{m}	44^{m}	64^{m}	84^{m}	104^{m}
Temps.....	0	0^{s},28	0^{s},65	1^{s},08	1^{s},57	2^{s},12
Vitesse moyenne.		86^{m}	54^{m}	47^{m}	41^{m}	36^{m}

Tir vertical.

Espaces.....	0^{m}	30^{m}	59^{m}	84^{m}	109^{m}
Temps.....	0	0^{s},30	0^{s},83	1^{s},43	2^{s},11
Vitesse moyenne.		100^{m}	55^{m}	43^{m}	37^{m}

On voit que, dans les deux cas, la vitesse diminue extrêmement vite; il est donc permis de prévoir que le projectile gazeux a une portée très limitée, comme l'avaient, du reste, fait soupçonner les expériences de M. Revelli, que nous avons rappelées

(1) *Meteorologische Zeitschrift*, t. XVII, 1900, p. 385-414.

plus haut. MM. Pernter et Trabert, dans une deuxième série d'expériences, ont, du reste, rendu cette conclusion hors de doute. Sur 100 coups tirés horizontalement dans les conditions normales, 7 pour 100 ont porté seulement entre 200^{m} et 250^{m}, 23 pour 100 entre 250^{m} et 300^{m}, 33 pour 100 entre 300^{m} et 325^{m}, enfin 37 pour 100 à 325^{m} ou un peu au delà; mais à cette distance l'anneau gazeux arrivait presque sans vitesse, et était incapable d'aller au delà. On peut donc affirmer que l'extrême limite de la portée est inférieure à 350^{m}, dans les cas les plus favorables. Bien entendu, cette portée limite est beaucoup plus petite pour les canons qui tirent avec des charges de poudre moindres.

Ces résultats expérimentaux suffisent pour établir que, si le tir des canons exerce une action sur la grêle, ce ne peut être par l'intermédiaire du tore de fumée. Jamais, en effet, on n'a vu la base des nuages d'orage descendre à 350^{m} du sol, hauteur à laquelle ne sauraient atteindre les anneaux de fumée, surtout s'il y a un peu de vent. La région où se forme la grêle est, du reste, beaucoup plus élevée encore. Si l'on suppose, en effet, que la température à la surface du sol soit seulement de 20°, et que la décroissance soit de 1° pour 100^{m} (valeur qui correspond à la décroissance adiabatique dans l'air *sec* et qui est, par suite, plus rapide que celle que l'on observe dans l'atmosphère), on voit que l'on ne rencontre la température de 0° qu'au-dessus de 2000^{m}; la grêle ne peut donc certainement se former que plus haut encore.

L'hypothèse d'une action directe, mécanique ou physique, du projectile de gaz et de fumée sur les nuages à grêle n'est donc pas compatible avec les expériences qui ont déterminé la portée de ces projectiles. On ne saurait invoquer que l'action, bien mystérieuse, d'une onde acoustique.

Les fusées paragrêles. — M. le D^{r} E. Vidal a proposé de remplacer les canons par des fusées porte-pétard, analogues aux fusées volantes ordinaires. La baguette, de 1^{m},40 de hauteur effective, porte sur le sol par sa partie inférieure et passe simplement dans deux anneaux vissés à un poteau; en inclinant convenablement celui-ci, qui est enfoncé dans du sable, on peut pratiquer à volonté un tir vertical ou oblique, en ayant soin, dans ce cas, de tirer contre le vent. La fusée elle-même, operculée et hydrofuge,

est terminée en cône par le haut et porte en bas une mèche; elle se compose de deux parties : juste au-dessus de la mèche, une charge de poudre de 75^{g} à 80^{g}, dont le recul fait, comme d'ordinaire, monter la fusée; au-dessus se trouve un pétard chargé de 100^{g} de poudre et qui s'allume quand la fusée arrive à peu près au plus haut de sa course; cette hauteur est garantie d'environ 450^{m} à 500^{m}.

Le prix de revient de ces fusées est relativement peu élevé, 42^{fr} la douzaine; ce procédé paraît donc plus économique que l'emploi des canons; il est, en tous cas, beaucoup plus simple, puisqu'il ne nécessite aucune installation spéciale et présente moins de dangers. Il paraît, au premier abord, plus avantageux, puisque l'éclatement se produit plus près du nuage, à 500^{m} de hauteur.

Il semble donc qu'il y aurait intérêt à étudier le procédé du Dr Vidal avec les mêmes soins que celui des canons. Ces fusées ne sont guère employées que dans quelques régions de la France; à l'étranger elles ont peine à lutter contre l'engouement des partisans des canons.

Étude des résultats pratiques des tirs contre la grêle. Conférence de Graz. — La question de l'efficacité ou de la non-efficacité des tirs contre la grêle est une de celles auxquelles il sera toujours très difficile de donner une réponse qui ne prête pas à la controverse. La grêle est, en effet, de sa nature, un phénomène des plus irréguliers à la fois dans le temps et dans l'espace. Il arrive souvent qu'une même localité soit plusieurs fois ravagée par la grêle à de courts intervalles, puis que 12 ou 15 ans se passent sans que ce phénomène y soit observé de nouveau. D'autre part, tous les orages sont loin d'être accompagnés de grêle et, quand cela se présente, la grêle ne tombe que sur une petite partie de la surface couverte par l'orage. Si l'on pointe sur une carte les endroits grêlés, on remarque que ces points sont groupés suivant des bandes irrégulières, de petite étendue, ou même suivant des îlots séparés les uns des autres; de ce qu'il a grêlé en deux points, même voisins, on n'est donc nullement en droit de conclure qu'il a dû grêler aussi dans les points intermédiaires.

Dans ces conditions, quand on tire contre une nuée orageuse, on ne sait ni si l'orage sera accompagné de grêle, ni si la grêle serait, sans le tir, tombée précisément sur la localité; de ce qu'on n'a pas eu de grêle, on n'a nullement le droit de conclure que le tir a été efficace, même si les régions voisines, non défendues, ont été grêlées. Le seul procédé réellement scientifique d'arriver à une solution satisfaisante me paraît être de pratiquer le tir d'une manière très complète sur une région d'assez grande étendue, à l'approche de tous les orages et pendant une longue période. On comparera ensuite le nombre de chutes de grêle qui se seront produites pendant cette période avec le nombre correspondant observé dans le même lieu, pendant une période égale, mais avant l'usage du tir. Vu la rareté relative et l'irrégularité des chutes de grêle, on peut estimer que, même dans les localités où ce phénomène est le plus fréquent, une période de tirs de 10 ou 15 ans sera à peine assez longue pour que les conclusions se présentent avec une probabilité suffisante.

On ne saurait donc accepter que sous les plus expresses réserves les résultats, en apparence satisfaisants, qui ont, pendant les années 1900 et 1901, excité un si grand enthousiasme dans la Haute-Italie. Du reste, les résultats de l'année 1902 ont été beaucoup moins favorables et des chutes de grêle importantes ont été signalées dans plusieurs des régions les mieux défendues en apparence. Il était donc indispensable de discuter sérieusement la valeur des différents criteriums que l'on peut invoquer pour juger de l'efficacité du tir, et aussi de régler les conditions dans lesquelles doivent être établies les stations d'étude. C'est ce double résultat qui a été obtenu dans la Conférence de Graz.

Les phénomènes que l'on peut retenir comme ayant une signification réelle dans les discussions sur l'efficacité du tir sont les suivants :

1° La disparition de la grêle coïncidant avec l'introduction du tir dans une région qui, auparavant, était grêlée chaque année.

2° La chute de grêle tout autour d'une région défendue qui reste indemne, ou la chute en des points moins bien défendus dans une région où les surfaces bien défendues sont épargnées.

3° La cessation de la grêle au moment où le front de l'orage arrive sur une région défendue.

Par contre, on ne doit pas invoquer à l'appui des effets du tir certains autres phénomènes, trop variables ou trop sujets à une interprétation arbitraire, comme les suivants :

La cessation des éclairs et du tonnerre là où l'on tire;

La chute d'une sorte de neige ou de grêle molle; ce phénomène, qui a vivement frappé certains viticulteurs pendant le tir, paraît beaucoup plus fréquent qu'on ne le croit d'ordinaire; il avait déjà été signalé notamment dans les essais des perches grêlifuges de Lapostolle, comme nous l'avons rapporté précédemment;

La dispersion des nuages, les changements dans leur direction, dans leur couleur, dans la force du vent, etc.

Ces phénomènes, ou bien n'ont pas de valeur par eux-mêmes, ou bien sont trop difficiles à contrôler pour qu'on puisse les admettre dans la discussion, quand ils ne reposent pas sur le témoignage d'observateurs dignes de toute confiance. Ils peuvent, au contraire, entrer en ligne de compte quand ils résultent d'observations précises et de mesures exécutées dans les stations d'étude.

La Conférence s'est occupée ensuite de fixer les conditions auxquelles doivent satisfaire les stations d'étude ou *champs de tir officiels,* c'est-à-dire ceux que les gouvernements créent ou subventionnent pour y faire poursuivre pendant longtemps des études systématiques sur l'efficacité du tir. Cette question, étudiée par une sous-commission spéciale, a été de sa part l'objet des quatre propositions suivantes, qui ont été adoptées à l'unanimité par la Conférence :

1° Dans les champs de tir officiels on ne doit employer que des canons construits de manière à donner le rendement maximum, c'est-à-dire ayant un pavillon de 4^{m} de longueur et chargés à 180^{g} de poudre de mine ou une quantité équivalente d'un autre explosif.

2° La distance entre les canons ne doit pas dépasser une limite comprise entre 500^{m} et 1000^{m}, selon les conditions topographiques.

3° La surface défendue ne doit pas comprendre moins de 3000^{ha}, sans interruption.

4° En ce qui concerne l'étude des orages, la direction des tirs, l'observation et la discussion des résultats, la Conférence ne croit pouvoir faire mieux que de proposer comme exemple la station créée par le gouvernement italien à Castelfranco Veneto.

L'observation complète des orages dans toutes leurs particularités, météorologiques, électriques, etc., faite dans les champs de tir officiels, pourvus en même temps de tous les instruments de mesure, est, en effet, le seul moyen scientifique de décider si les tirs sont réellement efficaces, en permettant d'analyser de quelle façon se produit leur effet et sur quels éléments météorologiques en particulier ils sont susceptibles d'agir.

Comme indication de ce que l'on peut faire dans cette voie, il est peut-être utile d'ajouter que la station d'études fondée par le gouvernement italien à Castelfranco Veneto ne couvre pas moins d'une surface totale de 6000^{ha}. Située au milieu d'une région où la grêle est très fréquente, elle possède 200 canons, type Suschnig, qui sont distants l'un de l'autre de 500^{m} environ à la périphérie et de 600^{m} dans la partie centrale. On y étudie dans le plus grand détail toutes les particularités qui se produisent au moment des orages, variations de pression, de température et d'humidité, direction et vitesse du vent, radiation solaire, électricité atmosphérique, hauteur et mouvements des nuages, etc. On y centralise en même temps et l'on y discute, sous la direction de MM. Rizzo et Pochettino, toutes les observations recueillies dans la Haute-Italie sur les orages et sur la grêle.

Pour avoir un élément d'appréciation, le Gouvernement autrichien avait fait demander aux membres de la Conférence d'exprimer par un vote leur opinion sur l'efficacité des tirs contre la grêle. Sur 50 suffrages recueillis, 8 se prononcent pour l'efficacité; 9 considèrent l'efficacité comme douteuse, mais cependant probable; 13 comme simplement douteuse; 15 comme encore douteuse mais cependant très improbable; 5 enfin considèrent les tirs comme inefficaces, tout en admettant que cette opinion résulte plutôt d'une impression générale que de preuves formelles. Il convient donc de continuer pendant longtemps des expériences, conduites scientifiquement, avant de condamner définitivement la

pratique des tirs. Il est intéressant de remarquer que, dans ce vote, les partisans du tir ont été généralement des viticulteurs, tandis que les hommes de science se sont rangés en immense majorité dans le camp contraire.

A l'issue de la Conférence, ses membres ont visité le champ de tir de Windisch-Feistritz, conduits par l'initiateur même des tirs, M. Stiger. Le vignoble couvre une série de collines dont l'altitude va en croissant de 350^{m} à 650^{m}, du sud-ouest au nord-est. La surface défendue est de 4000^{ha}; les canons y sont au nombre de 40, rangés 10 par 10 sur quatre lignes parallèles, à une distance moyenne de 1^{km} l'un de l'autre. Les membres de la Conférence ont été conduits sur une colline placée en avant du vignoble et d'où l'on en a la vue complète, et l'on a alors exécuté le tir exactement dans les mêmes conditions que lorsqu'un orage menace. Malgré l'ardente conviction avec laquelle M. Stiger a exposé ses idées et en a montré sur place la réalisation, cette expérience est loin d'avoir produit un effet favorable sur le plus grand nombre des assistants. Quand on voit d'une certaine distance le tir le mieux conduit, on ne peut s'empêcher d'être frappé du peu d'impression qu'il produit et de l'extrême disproportion qui se révèle entre la puissance des orages et la petitesse des moyens employés pour les combattre.

En somme, après quelques années d'engouement, la question des tirs contre la grêle paraît entrée maintenant dans une période de calme et de discussion raisonnée. Le doute, le scepticisme que les hommes de science avaient montrés dès le commencement n'ont pas diminué et paraissent gagner nombre de praticiens et de viticulteurs, remplaçant chez eux l'enthousiasme immodéré des premiers jours.

POUDRERIE NATIONALE DE SEVRAN.

NOTE

SUR DES DÉGRADATIONS

CONSTATÉES AU

PUITS D'ÉPREUVES DE LA POUDRERIE DE SEVRAN

PAR

M. L. LHEURE,

Ingénieur des Poudres et Salpêtres.

La poudrerie de Sevran possède un puits d'épreuves en maçonnerie construit en 1884, sur le modèle du puits d'éclatement de la *Pyrotechnie de Toulon* (1).

Vers la fin de l'année 1902 ce puits d'épreuves a été fortement fissuré au cours d'expériences de détonations portant sur des poudres de chasse pyroxylées. Les principales dégradations se sont produites au fond d'un couloir destiné au dévissage des obus, dans une zone de maçonneries située en dehors du chemin d'échappement des gaz.

Nous nous sommes proposé de chercher la cause de ces dégradations anormales et de déterminer le degré de sécurité que présente le couloir de dévissage des projectiles, destiné en principe à abriter des opérateurs.

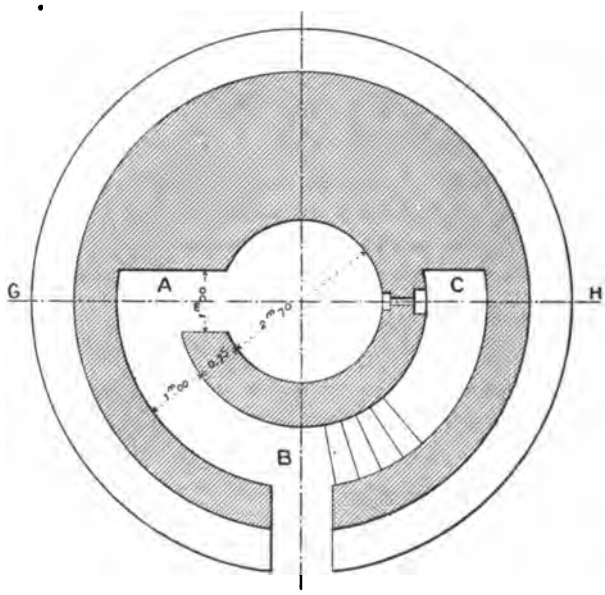
Avant d'indiquer les résultats de cette étude nous donnerons une description sommaire du puits d'épreuves et des fissures constatées.

(1) *Manuel de Pyrotechnie*, t. I, p. 9.

I. — Description du puits d'épreuves.

Le puits d'épreuves (*fig.* 1) consiste en un cylindre creux, de $2^m,70$ de diamètre et $3^m,50$ de hauteur, dont le fond est au niveau du sol naturel et dont les parois sont constituées par une maçonnerie tronconique de $3^m,15$ d'épaisseur à la base et $1^m,85$ au sommet. A l'intérieur de ce massif on a ménagé un couloir demi-circulaire de 1^m de largeur et deux baies d'accès, l'une

Fig. 1.



Coupe horizontale suivant EF.

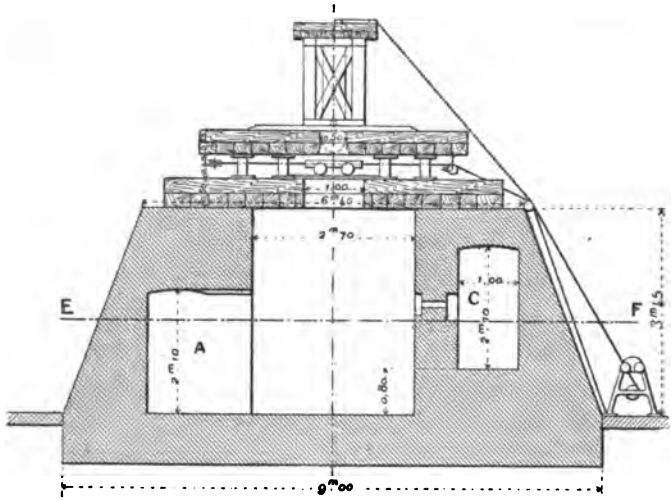
intérieure A à l'extrémité du couloir et l'autre extérieure B, en son milieu. Dans le quadrant BC le sol du couloir est surélevé de $0^m,80$ (4 marches) et l'épaisseur de la voûte est réduite à $0^m,55$ au lieu de $1^m,35$.

Cette partie de couloir est destinée au dévissage d'obus au moyen d'un appareil spécial et d'une transmission pénétrant à l'intérieur du puits.

Toutes les maçonneries sont en meulières et mortier de chaux hydraulique avec joints cimentés. Il n'y a pas de liaison entre la maçonnerie des piédroits et la maçonnerie de la voûte.

Au-dessus de l'orifice supérieur du puits se trouvent deux plateaux en bois, de $0^m,35$ et $0^m,50$ d'épaisseur, distants entre eux de $0^m,40$ et reliés par des colonnettes en fonte (*fig.* 2). Ces plateaux sont surmontés par un petit pylône en bois destiné à supporter un

Fig. 2.



Coupe verticale suivant GH.

mouton de 300^{kg} environ qu'on emploie pour les essais de chocs, en le manœuvrant de l'extérieur à l'aide d'un treuil.

Les plateaux portent au centre une ouverture circulaire (de 1^m de diamètre pour l'un et $0^m,50$ pour l'autre) en vue de permettre le passage du mouton, dont la chute est obtenue automatiquement par un système spécial de déclic.

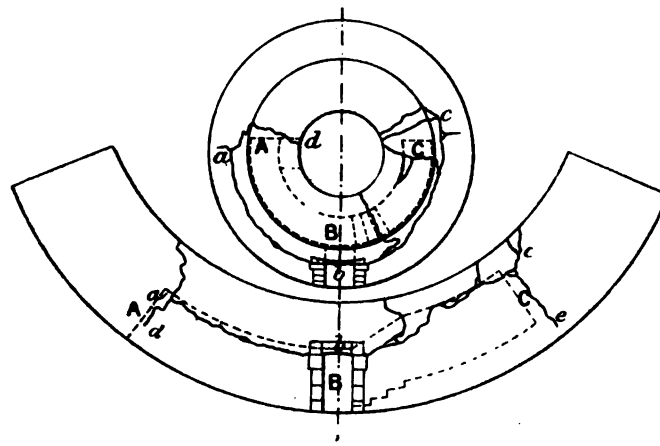
II. — Description des fissures.

Les maçonneries du puits d'épreuves, qui avaient déjà subi de légères détériorations au cours d'expériences faites en 1901, ont été très fortement fissurées au mois de décembre 1902, sous l'action d'une détonation de 2^{kg} de poudre de chasse T.

Les dessins de la figure 3 montrent l'aspect des fissures. On voit qu'il y a eu décollement de la voûte au niveau des piédroits sur toute la longueur du couloir (fissures *abc*) et cisaillement des maçonneries extérieures aux deux extrémités A et C du couloir (fissures *ad* et *ce*); quelques fissures secondaires dans la partie BC

indiquent en outre des effets de dislocation de la voûte dans le quadrant BC.

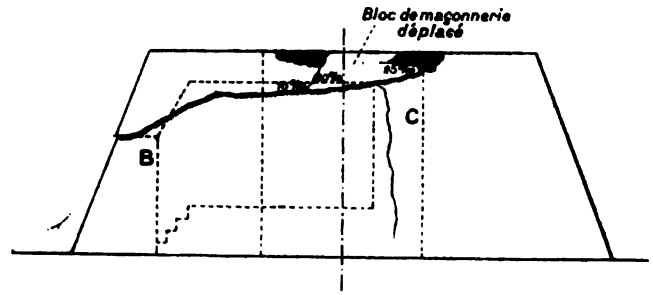
Fig. 3. — Plan.



Développement de la surface latérale. Relevé des fissures.

Des essais d'éclatement de projectiles, effectués à l'intérieur du puits au commencement de 1903, ont accentué les dégradations dans le couloir BC, et une dernière explosion de 2^{kg} de mélinite a

Fig. 4. — Élévation.



jeté à terre, à l'extrémité du couloir, deux gros blocs de maçonnerie, dont l'un cubait plus de 1^{m^3}. L'aspect des fissures avant cette dernière expérience est indiqué sur la figure 4.

III. — Causes des dégradations dans le couloir BC.

A priori, deux hypothèses se présentent pour expliquer les

dégradations de maçonneries dans le quadrant BC : ces dégradations peuvent être attribuées soit à des vibrations communiquées à l'ensemble de la maçonnerie par le choc de l'explosion, soit à des pressions transmises à l'air du couloir par l'onde résultant de l'explosion.

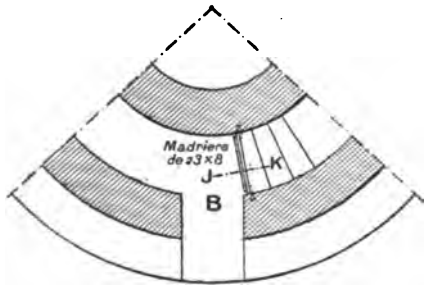
Dans la première hypothèse, la sécurité des opérateurs placés dans le couloir de dévissage ne serait pas sérieusement menacée. Dans la deuxième hypothèse, au contraire, cette sécurité deviendrait très aléatoire.

Nous avons cherché à déterminer l'influence respective de chacune de ces deux causes possibles de dégradations.

1° *Influence des vibrations.* — Pour étudier l'influence des vibrations il fallait rendre impossible toute augmentation de pression de l'air à l'intérieur du couloir BC.

Dans ce but nous avons fermé le couloir en B au moyen d'un solide panneau en bois appuyé contre des madriers (*fig.* 5 et 6).

Fig. 5.



Plan de la partie B.

Fig. 6.

Coupe suivant JK.

Ce panneau était placé au contact des parois du puits, mais sans aucun encastrement ou scellement, de manière à ne modifier en rien les effets des vibrations.

Les fissures ayant été fermées avec une coulée de plâtre, nous avons fait détoner à l'intérieur du puits un projectile de 90^{mm} en acier renfermant $1^{kg},965$ d'explosif ($1^{kg},913$ de cheddite 60*bis* et 52^{g} de mélinite pulvérulente avec amorçage de 2^{g} de fulminate).

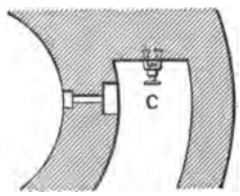
Les maçonneries du couloir n'ont pas été ébranlées. Le plâtre qui bouchait les fissures est resté en place et n'a laissé voir que des craquelures sans importance.

En enlevant le panneau en bois et recommençant l'expérience avec un projectile renfermant $1^{kg},980$ d'explosif (cheddite 60^{bis} amorcée avec de la mélinite pulvérulente), nous avons obtenu un ébranlement notable des maçonneries : au fond du couloir deux gros blocs déjà fissurés ont été déplacés de près de $0^{m},10$ vers l'extérieur et l'enduit en plâtre qui remplissait les anciennes fissures a été complètement arraché et projeté au dehors.

La présence d'un panneau en B avait donc considérablement atténué les effets destructeurs de l'explosion dans le premier essai. On en conclut que les dégradations du couloir BC ne sont pas causées par les vibrations des maçonneries.

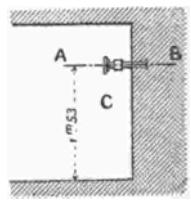
2° *Influence des pressions.* — Les dégradations n'étant pas produites par des vibrations sont dues vraisemblablement à des pressions qui s'établissent à l'intérieur du couloir. Nous avons

Fig. 7.



Plan de la partie C.

Fig. 8.



Élévation de la partie C.

cherché à montrer l'existence de ces pressions et à en déterminer la valeur au moyen d'un appareil crusher de dimensions appropriées.

L'appareil dont nous nous sommes servi consiste essentiellement en un piston de 50^{cm^2} de section, qui peut se déplacer à l'intérieur d'un cylindre massif et écraser un petit crusher de cuivre placé contre une enclume fixe (*fig.* 7, 8 et 9).

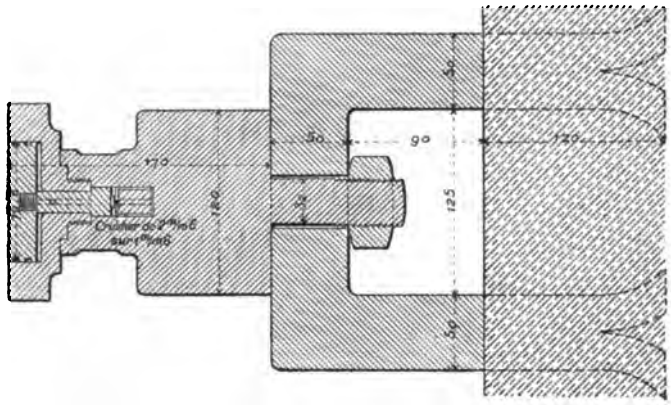
Ce bloc crusher était disposé dans une ferrure spéciale scellée dans la maçonnerie du fond du couloir.

Les premiers essais ont été faits avec des crushers de $4^{mm},9 \times 3^{mm}$ (crushers à fusil ordinaires).

Les écrasements étant très faibles, on a dû recourir aux petits crushers de $2^{mm},60 \times 1^{mm},6$ dont M. l'ingénieur en chef Vieille

s'était servi dans une étude sur les discontinuités (*Mémorial des Poudres et Salpêtres*, t. X, 1899-1900).

Fig. 9.



Coupe horizontale suivant AB.

On a obtenu les résultats suivants :

Essai n° 1. — Éclatement d'un projectile de 90^{mm} en acier, renfermant $1^{kg},760$ de mélinite D. Crusher de $4^{mm},9 \times 3^{mm}$:

Hauteur du crusher avant l'essai.....	$4^{mm},90$
» après l'essai.....	$4^{mm},77$

Essai n° 2. — Éclatement d'un projectile de 90^{mm} en acier renfermant $1^{kg},855$ de mélinite D. Crusher de $4^{mm},9$:

Hauteur du crusher avant l'essai.....	$4^{mm},80$
» après l'essai.....	$4^{mm},79$

Essai n° 3. — Éclatement d'un projectile de 90^{mm} en acier renfermant $1^{kg},980$ d'explosif (cheddite 60^{bis} et détonateur annexe en mélinite D). Crusher de $2^{mm},6$:

Hauteur du crusher avant l'essai.....	$2^{mm},60$
» après l'essai.....	$2^{mm},26$

Essai n° 4. — Détonation d'une cartouche de 2^{kg} de mélinite D avec enveloppe en papier. Crusher de $2^{mm},60$:

Hauteur du cylindre avant l'essai.....	$2^{mm},26$
» après l'essai.....	$1^{mm},81$

Dans cet essai l'extrémité de la voûte du couloir a été démolie; deux gros blocs de maçonnerie, dont l'un de plus de 1^{m^3}, ont été jetés à terre et les essais ont été interrompus.

Les expériences précédentes suffisent à démontrer qu'il se produit au fond du couloir des pressions notables.

En admettant le fonctionnement dynamique des crushers (écrasement double), les pressions par centimètre carré, évaluées à l'aide des Tables manométriques, seraient :

$\frac{33^{kg}}{50} = 0^{kg},66$	par c^{m^2}	dans le 1er essai.	
$\frac{48^{kg}}{50} = 0^{kg},95$	»	2e essai.	(Ce chiffre est douteux, l'écrasement du crusher n'ayant été que de $0^{mm},01$.)
$\frac{30^{kg}}{50} = 0^{kg},60$	»	3e essai.	Cette pression est un minimum, car l'écrasement ayant été notable, il est possible que le temps d'action de la pression n'ait pas été suffisant pour permettre l'écrasement complet du crusher.
$\frac{67^{kg}}{50} = 1^{kg},34$	»	4e essai.	»

On voit que l'explosion produit des pressions suffisantes pour expliquer les dégradations de maçonneries qui ont été constatées dans les essais.

Dans le cas d'explosions un peu importantes, ces pressions, dont l'action est presque instantanée, pourraient, croyons-nous, constituer un réel danger pour les opérateurs.

IV. — Explication de la production de pressions dans le couloir BC.

La production de pressions notables à quelques mètres au delà d'une issue d'échappement des gaz est un phénomène en apparence anormal et dont il nous paraît nécessaire de donner l'explication.

Le phénomène ne peut pas s'expliquer par un afflux partiel des gaz de l'explosion dans le couloir BC, sous une insuffisance de section de la porte d'échappement.

En effet, *même en supposant le puits complètement fermé et la masse gazeuse répartie uniformément dans l'intérieur,* les

pressions, calculées par la formule de M. Sarrau $p = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta}$, n'atteignent pas les valeurs mesurées directement. Par exemple, dans le dernier essai (détonation de 2^{kg} de mélinite),

$$\Delta = \frac{2^{kg}}{40\,000}$$ (le volume intérieur du puits et des couloirs est de 40^{m^3});

$f = 10000$ en chiffres ronds;

$\alpha\Delta$ est négligeable (car α, covolume, est voisin de 1),

et

$$p = \frac{2 \times 10000}{40000} = 0^{kg},500.$$

La pression par centimètre carré ne serait que $0^{kg},500$ alors qu'elle a été trouvée de $1^{kg},34$ *au minimum*.

Pour expliquer les pressions constatées dans le couloir BC il est nécessaire d'étudier les effets produits dans l'air par la détonation.

Dans l'étude citée plus haut, M. l'ingénieur en chef Vieille a montré qu'une faible charge de fulminate, détonant à l'extrémité d'un tube de 22^{mm} de diamètre, donne naissance *à une onde condensée, d'une brusquerie extrême, assimilable à une percussion; que cette onde présente tous les caractères de la discontinuité et se propage dès les premiers instants avec des vitesses supérieures à* $1\,000^{m}$; *enfin que ces grandes vitesses de propagation sont corrélatives de vitesses propres considérables, communiquées aux tranches gazeuses et que les forces vives correspondantes s'amortissent au voisinage des parois fixes dans un travail de compression qui élève la pression au contact de ces parois à des valeurs quatre à cinq fois supérieures à la pression moyenne qui résulterait de l'égale répartition de la masse gazeuse dans l'éprouvette.*

Si l'on admet que les discontinuités, mises en évidence par M. Vieille dans un tube de faible section, se produisent également dans les détonations à l'air libre, les phénomènes observés dans le puits d'épreuves deviennent facilement compréhensibles : l'onde condensée produite par l'explosion arrive en B avec une très grande vitesse de propagation et continue son parcours, sans changement de direction, suivant la tangente au couloir. Elle pénètre donc

dans le quadrant BC au lieu de s'échapper dans l'air. Les grandes vitesses qu'elle communique aux tranches gazeuses du couloir BC s'amortissent en grande partie sur la paroi du fond et l'on comprend qu'il puisse se développer dans cette zone des pressions notablement supérieures à celles que donnerait la formule de M. Sarrau. On voit également que les opérateurs placés dans le couloir BC pourraient, sous le choc de masses gazeuses animées de grandes vitesses, être violemment projetés contre les parois, en même temps qu'ils seraient soumis à l'action de la pression.

Cette extension aux détonations à l'air libre de phénomènes constatés dans les détonations en tubes paraît rationnelle. Nous avons néanmoins cherché à la justifier en montrant que les discontinuités, constatées par M. Vieille dans des éprouvettes cylindriques, se produisent également dans l'air lors de la détonation des explosifs.

Pour cela, nous nous sommes proposé de mettre en évidence les grandes vitesses de propagation, caractéristiques de ces ondes discontinues.

Mesure des vitesses de propagation.

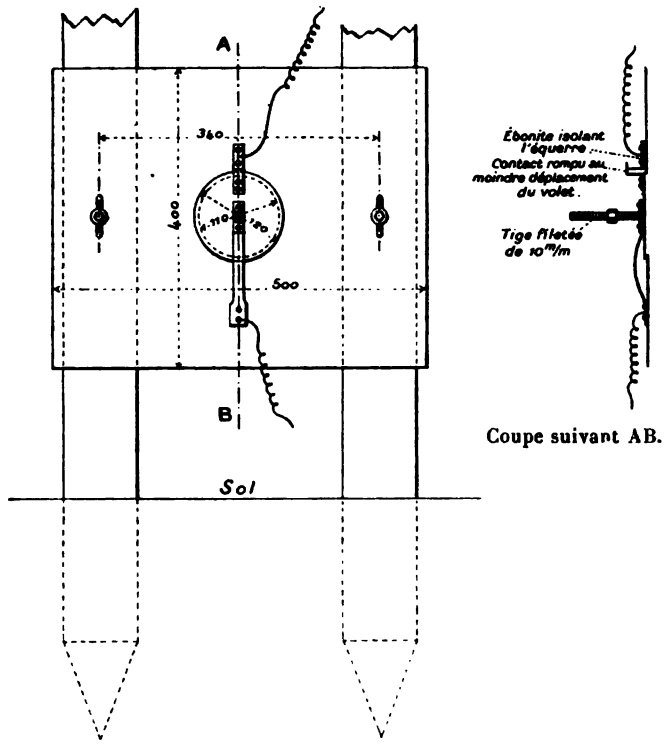
Pour mesurer ces vitesses, nous avons employé des volets très légers placés au centre de panneaux verticaux solidement reliés au sol. Ces volets étaient maintenus appuyés contre un contact métallique par un ressort très doux et fermaient, dans leur position d'équilibre, un courant électrique. Sous l'action de l'onde produite par l'explosion, les volets (*fig.* 10) étaient éloignés de leurs contacts, les courants électriques étaient rompus, et le temps écoulé entre les ruptures était mesuré avec une très grande précision au moyen d'un chronographe Schultz appartenant au laboratoire central de la Marine (cylindre tournant avec diapason inscripteur et électro-aimants Despretz portant les plumes pour les signaux de rupture).

Une tige filetée avec écrou mobile fixée au centre du volet permettait de régler à volonté la sensibilité de l'appareil.

Pour les expériences dans lesquelles on mesurait la vitesse à partir du centre d'explosion, le premier courant passait dans un

fil fin de cuivre tendu sur la cartouche elle-même. Ce fil était rompu au moment de l'explosion.

Fig. 10.



Appareil à volet mobile. — Vue de face.

On a fait détoner des cartouches de 1^{kg} de mélinite avec un détonateur de $1^{g},50$ de fulminate et l'on a obtenu les résultats suivants :

DÉTONATION A L'AIR LIBRE DE CARTOUCHES DE 1^{kg} DE MÉLINITE PLACÉES SUR LE SOL ET AMORCÉES AVEC $1^{g},50$ DE FULMINATE.

1° *Vitesse entre* 0^{m} *et* 2^{m}.

1^{er} *essai* (21 mars 1903), 1^{er} courant à 0^{m} (fil tendu sur la cartouche).
2^{e} courant à 2^{m} (volet formant interrupteur électrique).

Temps écoulé entre les 2 ruptures : $0^{s},00172$.

$$V_{0-2} = \frac{2}{0,00172} = 1163^{m}$$

2e *essai* (21 mars 1903), 1er courant à 0m (fil tendu sur la cartouche).
2e courant à 2m (volet formant interrupteur électrique).

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,00171.

$$V_{0-2} = \frac{2}{0,00161} = 1242^{m}.$$

3e *essai* (7 avril 1903), 1er courant à 0m (essai fait par un vent assez fort dirigé en sens inverse de l'onde).
2e courant à 2m.

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,00210.

$$V_{0-2} = \frac{2}{0,00210} = 952^{m}.$$

4e *essai* (17 avril 1903), 1er courant à 0m.
2e courant à 2m.

Temps écoulé entre les deux ruptures : 0s,00198.

$$V_{0-2} = \frac{2}{0,00198} = 1080^{m}.$$

Moyenne des 4 essais.

$$V_{0-2} = \frac{1242 + 1163 + 952 + 1080}{4} = 1110^{m}.$$

2° *Vitesse entre* 0m *et* 4m.

1er *essai* (21 mars 1903), 1er courant à 0m (fil tendu sur la cartouche).
2e courant à 4m (volet formant interrupteur électrique).

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,00559.

$$V_{0-4} = \frac{4}{0,00559} = 716^{m}.$$

2e *essai* (21 mars 1903), 1er courant à 0m.
2e courant à 4m.

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,00602.

$$V_{0-4} = \frac{4}{0,00602} = 665^{m}.$$

3e *essai* (7 avril 1903), 1er courant à 0m (vent assez violent dirigé en sens inverse de l'onde).
2e courant à 4m.

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,00636.

$$V_{0-4} = \frac{4}{0,00636} = 630^{m}.$$

4e *essai* (17 avril 1903), 1er courant à 0m.
2e courant à 4m.

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,00662.

$$V_{0-4} = \frac{4}{0,00626} = 639^{m}.$$

Moyenne des 4 essais.

$$V_{0-4} = \frac{716 + 665 + 630 + 639}{4} = 663^{m}.$$

On peut déduire de ces essais la vitesse moyenne de propagation entre 2m et 4m. Le temps nécessaire pour la propagation dans cet intervalle serait en moyenne

$$\frac{0^{s},00559 + 0^{s},00602 + 0^{s},00636 + 0^{s},00626}{4} - \frac{0^{s},00161 + 0^{s},00172 + 0^{s},00210 + 0^{s},00198}{4}$$

$$= 0^{s},00606 - 0^{s},00185 = 0^{s},00421.$$

et la vitesse moyenne serait

$$V_{2-4} = \frac{2}{0,00421} = 475^{m}.$$

Cette vitesse est encore nettement supérieure à celle du son, mais on voit que, dans la propagation à l'air libre, les vitesses diminuent avec une extrême rapidité.

Pour contrôler l'exactitude des mesures, on a fait une détermination directe de la vitesse moyenne entre 2m et 4m.

On a obtenu les résultats suivants :

1er *essai*. — 1er courant à 2m.
2e courant à 4m.

Temps écoulé entre les 2 ruptures : 0s,0044.

$$V_{2-4} = \frac{2}{0,0044} = 454^{m}.$$

On voit que ce chiffre ne diffère pas très sensiblement de celui que l'on a déduit des essais entre 0^m-2^m et 0^m-4^m.

Résumé. — Les essais précédents montrent que les détonations d'explosifs à l'air libre donnent naissance à une onde présentant les caractères de la discontinuité.

La production de cette discontinuité, qui suit les couloirs du puits d'épreuves et vient amortir en partie sa force vive sur le fond du couloir BC, explique les dégradations constatées dans les maçonneries de ce couloir et montre qu'il y a lieu de ne pas considérer cet emplacement comme présentant une sécurité suffisante pour les opérateurs quand les quantités d'explosif soumises à la détonation sont un peu considérables.

V. — Conclusions.

Cette étude montre que le type de puits d'épreuves ou d'éclatement précédemment décrit, satisfaisant dans son ensemble, est défectueux sur un point : le couloir ménagé pour le dévissage des obus n'est pas à l'abri des pressions engendrées par les explosions et il peut en résulter des dangers pour les opérateurs, en même temps que des dégradations pour les maçonneries de la voûte dont l'épaisseur est très réduite ($0^m,50$ environ).

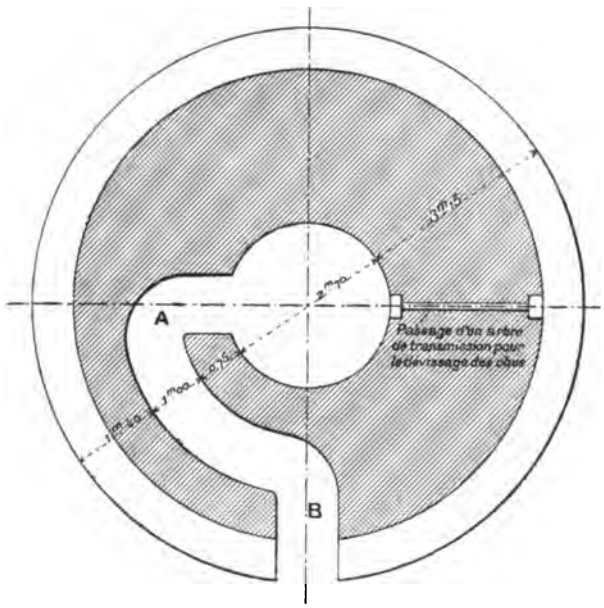
Il serait facile de remédier à cet inconvénient en fermant l'entrée du couloir BC par une porte très résistante qui dirigerait vers l'extérieur l'onde condensée résultant de l'explosion.

Il y aurait également intérêt, croyons-nous, à éviter, sur le parcours de l'onde, des changements de direction trop brusques qui provoquent des chocs violents des masses gazeuses contre les maçonneries et sont cause ainsi de surpressions locales dangereuses pour la construction. On peut remarquer en effet que, en dehors des dégradations du couloir BC, les fissures principales se sont produites dans la partie A, où l'onde subit un changement de direction à angle droit.

Dans la reconstruction partielle du puits d'épreuves de la poudrerie de Sevran, on a modifié la disposition ancienne de manière à éviter les inconvénients signalés ci-dessus : le couloir de dévissage, qui n'est presque jamais utilisé, a été, non pas isolé par une porte, mais complètement bouché. On a seulement réservé dans la

maçonnerie le passage d'un arbre de transmission pour permettre, au besoin, d'opérer de l'extérieur le dévissage des obus. Quant au couloir restant AB, on l'a arrondi dans les parties A et B (*fig.* 11)

Fig. 11.



Coupe horizontale du puits reconstruit.

pour diriger l'onde vers l'extérieur en évitant le plus possible les chocs contre les maçonneries. Enfin, on a disposé dans les maçonneries des armatures en fer pour relier solidement la voûte du couloir à ses piédroits de manière à empêcher le soulèvement ou le décollement de cette voûte.

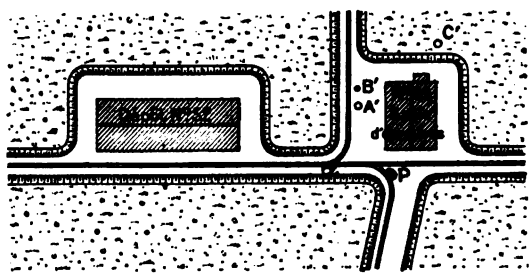
NOTE SUR LES EFFETS D'UN COUP DE FOUDRE

SURVENU LE 27 MAI 1903

A LA POUDRERIE NATIONALE DE TOULOUSE.

Le 27 mai 1903, à 8^{h} du matin, au début d'un violent orage, la foudre est tombée sur un peuplier de la Caroline A′, situé à l'ouest de la salle d'épreuves n° 53. Cet arbre a été atteint à l'extrémité des branches supérieures, le fluide a suivi le tronc en émettant des éclairs latéraux qui ont marqué leurs traces sur l'ormeau B′ et sur un autre peuplier C′ placé en arrière du bâtiment. Un briga-

Fig. 1.



Échelle de 0,0012 pour 1^{m}.

dier, qui revenait du dépôt 52 où il était allé s'assurer que les fenêtres étaient fermées, a vu distinctement une boule de feu se détacher de l'arbre A′ et remonter vers lui en suivant la voie ferrée. Arrivée à l'aiguille α, cette boule a rebroussé chemin et est venue s'éteindre avec une violente détonation dans la flaque d'eau P. Deux ouvriers qui s'étaient abrités dans la salle d'épreuves ont confirmé la déposition du brigadier (*fig.* 1).

Les dégâts sont du reste à peu près nuls, les arbres portant simplement des éraflures qui ne compromettent en rien leur vitalité.

Ce n'est pas la première fois que la foudre tombe dans ces parages. On a conservé le souvenir de plusieurs arbres frappés dans les environs.

Le Directeur de la Poudrerie de Toulouse,
HÉRISSON-LAPARRE.

SUR LA LOI

DES

PRESSIONS DANS LES BOUCHES A FEU;

PAR

M. E. VALLIER,

Lieutenant-Colonel d'Artillerie, Correspondant de l'Institut.

Dans la série de recherches que j'ai publiées ici au cours de ces trois dernières années, je me suis efforcé de reproduire le régime des bouches à feu dans le tir par des formules assez simples pour être utilisées par les constructeurs et j'ai énoncé, sans autres explications théoriques, que l'on pouvait pratiquement représenter la pression élémentaire P_t, appliquée au culot du projectile à l'instant t, par la formule

$$P_t = P_1 \varphi^{\beta}(z), \tag{1}$$

où P_1 représente la pression maximum,

β un exposant convenablement choisi et en posant

$$\varphi(z) = z\, e^{1-z} \qquad \text{et} \qquad z = \frac{t}{\theta},$$

θ étant la durée écoulée depuis la mise en marche jusqu'à l'instant de la pression maximum.

De cette formule j'ai déduit tout un système de relations et de fonctions numériques pour la résolution des problèmes de la pratique, et qui sont réunies aujourd'hui dans la Note insérée au *Mémorial des Poudres et Salpêtres* (t. XI, p. 129 et suivantes).

Enfin, du rapprochement des formules ainsi établies avec des résultats de tir, j'ai conclu une relation entre l'exposant β et le

coefficient de fatigue α qui définit chaque tir, de manière à permettre de déduire de ce paramètre α la forme la plus probable de la courbe des efforts produits à chaque instant dans l'âme (*fig.* 1).

Cette relation, purement expérimentale, s'écrit

$$(\alpha - 1)\beta = 2. \tag{2}$$

L'utilité de ces formules au point de vue des applications me conduit aujourd'hui à les rapprocher des indications de la théorie.

On sait que les courbes des pressions en fonction du temps s'élèvent très rapidement jusqu'au maximum pour décroître ensuite en prenant une allure asymptotique à l'axe des temps.

La forme analytique la plus simple pour représenter ce genre de courbes m'a semblé être la fonction

$$\varphi(z) = z\, e^{1-z}.$$

Cela posé, de même qu'il est fait emploi de termes trigonométriques pour figurer des lois d'allure périodique, de même il m'a paru opportun de représenter ces pressions par des fonctions φ ou, plus généralement, φ^β, comme présentant la forme la plus maniable et la plus commode pour les applications.

Il convient maintenant de rapprocher cette fonction P_t, ainsi définie par l'équation (1), de l'équation fondamentale du mouvement, qui, pour les premiers instants, s'écrit

$$(u_0 + u)\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{n-1}{2}\left(\frac{du}{dt}\right)^2 - \frac{fu}{\tau}\frac{\varpi}{m}\int_0^t P_t^\gamma\, dt = 0, \tag{3}$$

se rappelant que la vitesse de combustion d'une poudre en vase clos est proportionnelle à une puissance γ de la pression, et l'on voit immédiatement que, si l'on veut substituer à P_t sa valeur tirée de (1), on doit avoir, par raison d'identité,

$$\beta = \beta\gamma + 1. \tag{4}$$

Cette équation montre que la valeur $\gamma = 1$ ne saurait être admise, ce qui exclut l'hypothèse de la vitesse de combustion proportionnelle à la première puissance de la pression.

Mais si, au début du mouvement, la valeur de β est bien celle donnée par l'équation (4), il ne semble pas qu'elle puisse rester

telle pendant tout le parcours. Les valeurs de l'exposant de pression γ ont été déduites d'essais faits en vase clos, sur des pressions croissantes, et l'on ne saurait affirmer que ces valeurs se conservent pour des pressions allant au contraire en diminuant dans une capacité croissante, ce qui se produit presque immédiatement dans le canon.

Ainsi, pour les poudres au fulmicoton, bien que l'exposant γ ait pour valeur initiale $\frac{2}{3}$, l'expérience a montré qu'il fallait lui attribuer les valeurs moyennes $\frac{3}{4}$ et même parfois supérieures à 0,8 pour reproduire les résultats observés dans le tir.

On doit donc se représenter la courbe réelle comme composée d'une suite d'arcs de la forme définie par l'équation (1), où β prendrait une série de valeurs comprises entre 2 et 5 et se confondant, par suite, sensiblement avec une courbe unique de la même forme, où l'exposant β aurait une valeur moyenne, et c'est cette valeur qui est précisément fournie par l'équation (2).

Nous conserverons toutefois l'équation (4) non plus pour déduire l'exposant β de la valeur théorique ou initiale de γ, mais, tout au contraire, pour estimer la valeur moyenne que doit prendre l'exposant γ pour que la courbe théorique se confonde sensiblement avec la courbe correspondant à l'exposant β donné par la formule expérimentale (2).

En rapprochant les équations (2) et (4) déduites de considérations absolument indépendantes, on arrive à la relation

$$\alpha + 2\gamma = 3, \tag{5}$$

qui présente cette particularité que l'hypothèse $2\gamma - 3 = 0$ correspond théoriquement à des impossibilités balistiques, ce que fait également l'hypothèse $\alpha = 0$. Cette relation constitue ainsi un lien et une justification *a posteriori* du système des deux formules, et mérite d'être retenue.

Nous conclurons donc en énonçant que :

L'exposant moyen de combustion γ, pour les poudres sans fumée, est la moitié du complément à 3 du coefficient de fatigue α dans le tir considéré.

Toutefois, cette conclusion n'est valable que dans les limites où la formule (2) l'est elle-même, c'est-à-dire pour des valeurs de α comprises entre $\frac{4}{3}$ et $\frac{7}{3}$.

Tracé de la courbe des pressions.

En fonction des temps, la courbe pour $\beta > 1$ est tangente à l'origine à l'axe des temps, passe par un maximum pour $z = 1$, et s'abaisse ensuite vers l'axe des temps. Elle présente deux points d'inflexion pour les valeurs de

$$z = 1 \pm \sqrt{\frac{1}{\beta}}.$$

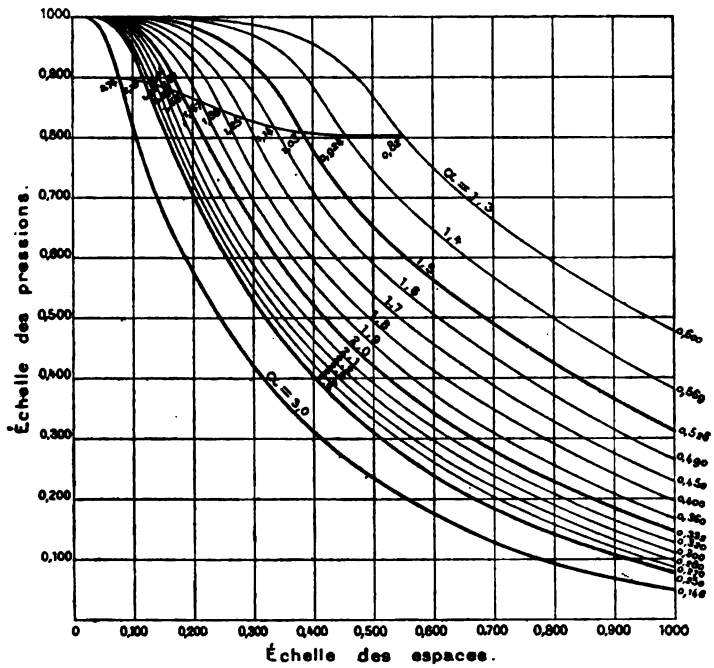
Le calcul des ordonnées se fait immédiatement par la formule

$$P = P_1 P(z) = P_1 \varphi\beta(z),$$

et celui des inclinaisons par

$$\operatorname{tang}\theta = \beta \frac{1-z}{z} \frac{P_1}{\theta} P(z).$$

Fig. 1.



Courbes des pressions de l'âme en fonction des espaces parcourus dans l'hypothèse où $(\alpha - 1)\beta = 2$.

Les tracés en fonction des espaces sont d'un calcul un peu plus compliqué, mais d'une exécution tout aussi facile.

Il suffit d'indiquer que la courbe, tangente à l'origine à l'axe des pressions, passe par son maximum en un point donné par

$$u_1 = U\Phi_1(\alpha),$$

et par un point d'inflexion où l'on a

$$u_2 = \frac{u(2)}{u(1)} u_1 = U\Phi_2(\alpha),$$

$$\operatorname{tang}\theta_2 = \frac{\beta P_1}{U\Phi_2(\alpha)} \times \frac{\beta(z_2-1)^2-1}{z_2^2} \times u(2),$$

z_2 étant donné par l'équation

$$[\beta(z_2-1)^2-1]V(z_2) + z_2(z_2-1)P(z_2) = 0$$

et

$$P_2 = P_1 P(z_2).$$

Enfin, à la bouche de la pièce, on aura

$$P_3 = P_1 P(\alpha)$$

et

$$\operatorname{tang}\theta_3 = \frac{\beta P_1}{U} \times \frac{1-z}{z} \frac{P(\alpha)}{\theta(\alpha)}.$$

Ces relations seront utilisées lorsque α et β auront été déterminés séparément, et en se reportant aux Tables des fonctions construites avec l'argument β.

Lorsque l'on admettra la relation probable entre les deux caractéristiques

$$(\alpha-1)\beta = 2,$$

on fera usage du Tableau ci-dessous dans lequel on suppose les échelles des pressions et des espaces choisies de telle sorte que les unités respectives P_1 et U soient représentées par la même longueur.

S'il n'en était pas ainsi, les valeurs numériques indiquées pour les tangentes seraient à multiplier par le rapport métrique des unités $\frac{P_1}{U}$.

	Sommet.			Inflexion.			Bouche.		
α.	P_1	Φ_1	$\tang\theta_1$	P_2	Φ_2	$\tang\theta_2$	P_3	Φ_3	$\tang\theta_3$
1,3	1	0,200	0	0,798	—0,545	—0,82	0,454	1	—0,60
1,4	1	0,165	0	0,803	0,452	0,92	0,380	1	0,57
1,5	1	0,134	0	0,808	0,375	1,03	0,308	1	0,53
1,6	1	0,113	0	0,818	0,325	1,14	0,257	1	0,49
1,7	1	0,097	0	0,827	0,279	1,25	0,219	1	0,45
1,8	1	0,084	0	0,835	0,245	1,36	0,189	1	0,40
1,9	1	0,075	0	0,842	0,218	1,47	0,163	1	0,36
2,0	1	0,067	0	0,850	0,196	1,58	0,140	1	0,33
2,1	1	0,061	0	0,856	0,174	1,69	0,123	1	0,32
2,2	1	0,055	0	0,862	0,158	1,81	0,109	1	0,30
2,3	1	0 050	0	0,867	0,145	1,93	0,097	1	0,28
2,4	1	0,045	0	0,871	0,135	2,05	0,086	1	0,27
2,5	1	0,041	0	0,874	0,128	2,18	0,076	1	0,25
.....									
3,0	1	0,026	0	0,880	0,081	2,74	0,044	1	0,14

Les courbes ainsi définies sont représentées figure 1, les unités étant respectivement la pression maximum P_1 et le parcours total U.

Les chiffres intercalés entre les courbes sont d'une part les valeurs de α et, d'autre part, les valeurs des tangentes aux points d'inflexion (ces derniers reliés par un trait continu) et à la bouche de la pièce.

NOTES SUR LES NITROCELLULOSES;

PAR

M. Léo VIGNON.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 6 juin 1898, 10 septembre 1900 et 17 septembre 1900.)

I. — J'ai soumis à la nitration la cellulose pure du coton, l'hydrocellulose et l'oxycellulose qui en dérivent.

Ces substances ont été préparées dans les conditions précisées par mes Communications précédentes (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 20 septembre 1897, 9 mai 1898).

La nitration a été poussée à son maximum, afin de rechercher si le nombre des hydroxyles éthérifiables de la cellulose avait subi une modification par la transformation de cette substance en hydro- et en oxycellulose.

10^g de cellulose, d'hydrocellulose et d'oxycellulose sèches ont été immergés respectivement dans 150^{cm^3} d'un mélange de :

3 parties en poids	SO^4H^2 densité	1,84
1 »	AzO^3H »	1,50

La température a été réglée à 10° pendant le mélange et maintenue à 10°-12° pendant 24 heures; on a précipité ensuite dans 2^l d'eau froide, lavé jusqu'à neutralité, essoré, séché et pesé.

On a obtenu des poids sensiblement égaux de produits dans les trois cas (14^g-16^g).

L'azote a été dosé dans ces produits nitrés à l'état d'AzO :

	Volume de AzO pour 1^{g} de produit sec.
	cm^3
Nitrocellulose	203,4
Nitrohydrocellulose	202,9
Nitrooxycellulose	198,7

Ces produits nitrés présentent les caractères suivants :

Ils sont inflammables; conservée à l'air, l'hydrocellulose nitrée jaunit et s'altère. Il en est de même de l'oxycellulose nitrée, qui s'altère cependant avec plus de lenteur, tandis que la nitrocellulose se montre stable.

Action du réactif de Schiff (*fuchsine, acide sulfureux*). — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées ont des propriétés aldéhydiques faibles; celles de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées, mais elles ne semblent pas avoir augmenté par la nitration.

Liqueur cupropotassique. — La cellulose et l'hydrocellulose nitrées réduisent énergiquement à l'ébullition; les propriétés réductrices de l'oxycellulose nitrée sont plus accentuées et se manifestent avant l'ébullition.

La *solution de potasse* à 35° B. attaque inégalement les produits nitrés.

La cellulose nitrée est attaquée seulement au bout de quelques heures; elle se dissout au jaune clair.

L'hydrocellulose nitrée est attaquée plus rapidement (une heure), mais dans les mêmes conditions que le produit précédent.

L'oxycellulose nitrée donne, au bout de quelques minutes, une solution analogue à celle de la nitrohydrocellulose, puis la masse se dissout complètement, avec faible dégagement gazeux, brunissement rapide, tandis que la température s'élève jusque vers 60°.

Formation du furfurol. — Les trois produits nitrés, distillés avec de l'acide chlorhydrique de densité 1,06, laissent dégager de grandes quantités de vapeurs nitreuses; le distillatum recueilli, neutralisé, puis acidulé par l'acide acétique, se trouble par la phénylhydrazine et accuse la formation de furfurol en très petites quantités pour la cellulose et l'hydrocellulose, en quantités plus grandes pour la nitrooxycellulose.

Résultat de trois nitrations successives. — Les trois celluloses ont été soumises à trois nitrations successives dans les conditions précédemment indiquées : avant chaque nitration, les matières ont été desséchées, pour éviter la dilution du mélange nitrant.

On a dosé l'azote fixé après chaque opération à l'état d'AzO :

	Volume d'AzO pour 1^{g} de matière sèche.		
	Première nitration.	Deuxième nitration.	Troisième nitration.
	cm^3	cm^3	cm^3
Cellulose.....	203,4	212	213
Hydrocellulose.....	202,9	208,7	208
Oxycellulose.....	198,7	197,5	208

La fixation de 11 AzO^2 pour une molécule de cellulose en C^{21} exige 214$^{cm^3}$ AzO.

On peut considérer en somme que les trois corps envisagés donnent des dérivés également nitrés quand l'action nitrante est portée à son maximum.

Les quantités un peu plus faibles d'AzO données par l'hydrocellulose et l'oxycellulose, par rapport à la cellulose, s'expliquent par des différences d'état physique moins favorable pour les deux premiers corps et par l'augmentation de leur poids moléculaire qui s'est accru par fixation d'eau ou d'oxygène.

Nous pouvons conclure de ces expériences que la cellulose, dans sa transformation en hydro- et en oxycellulose, n'a pas éprouvé de changements très considérables dans la structure élémentaire de son type chimique initial. Elle n'a subi, pour ainsi dire, que des modifications partielles que nous chercherons à préciser.

II. — Dans une Communication précédente (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 6 juin 1898), j'ai montré que les produits obtenus en nitrant au maximum la cellulose, l'hydrocellulose et l'oxycellulose, réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique et agissent sur le réactif de Schiff (fuchsine-acide sulfureux). J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de l'étude que je viens de faire sur le pouvoir réducteur des dérivés nitrés de la cellulose, et sur la création de ces propriétés réductrices par la nitration.

Deux échantillons de nitrocellulose A et B et de nitro-oxycellulose A′ et B′ ont été préparés. Pour le premier de chaque série, la nitration a été poussée à son maximum : on a cherché à obtenir, avec le second, un produit faiblement nitré.

A. — *Cellulose nitrée au maximum.*

Coton purifié et sec	10 g	24 heures de contact à la température ordinaire.
Acide sulfurique à 66°	40	
Acide nitrique ($d = 1,5$)	120	

B. — *Cellulose faiblement nitrée.*

Coton purifié	10 g	5 minutes de contact à la température ordinaire.
Acide sulfurique à 66°	200	
Nitrate de potassium	100	

Les mêmes opérations de nitration ont été effectuées en substituant de l'oxycellulose (préparée au chlorate de potassium + HCl) à la cellulose.

On a obtenu ainsi quatre produits, dans lesquels on a dosé l'azote pour mesurer le degré de nitration obtenu.

Dosage de l'azote.

		Azote pour 100.
Cellulose	nitrée au maximum A	13,50
	nitrée au minimum B	8,19
Oxycellulose	nitrée au maximum A′	13,90
	nitrée au minimum B′	8,56
La cellulose mononitrée (formule en C^6) exige		6,76
» dinitrée	»	11,10
» trinitrée	»	14,10

Les produits nitrés au maximum se rapprochent donc beaucoup de la cellulose (ou de l'oxycellulose) trinitrée, les produits nitrés au minimum étant plus voisins du dérivé mononitré que de la cellulose (ou de l'oxycellulose) dinitrée.

Propriétés réductrices. — Tous ces dérivés nitrés réduisent énergiquement la liqueur de Fehling à l'ébullition.

J'ai recherché si le pouvoir réducteur est lié au degré de nitration, ou à l'état de la cellulose soumise à la nitration (cellulose ou oxycellulose).

Le pouvoir réducteur de chaque produit A, B, A′, B′ a été me-

suré en faisant agir un certain poids de la substance étudiée sur un excès de la liqueur cupropotassique Pasteur, à la température de l'ébullition maintenue pendant 10 minutes. L'excès de la liqueur cupropotassique, constaté par la coloration bleue du liquide surnageant, était ensuite dosé par la solution titrée de sucre à $0^g,5$ de saccharose pour 100.

En prenant pour terme de comparaison le sucre interverti, j'ai trouvé :

	Nombre de centimètres cubes de liqueur de Pasteur réduits par 100^g de substance.
Sucre interverti	17767
Cellulose nitrée au maximum A (13,5 pour 100 Az)..	3640
Oxycellulose nitrée au maximum A' (13,9 pour 100 Az).	3600
Cellulose nitrée au minimum B (8,19 pour 100 Az)...	3700
Oxycellulose nitrée au minimum B' (8,56 pour 100 Az).	3620

On peut conclure de ces nombres :

1° Que les celluloses et oxycelluloses nitrées réduisent énergiquement la liqueur cupropotassique;

2° Que leur pouvoir réducteur est indépendant de degré de nitration de la cellulose ou de l'oxycellulose;

3° Que le pouvoir réducteur est à peu près le même pour la cellulose nitrée et l'oxycellulose nitrée;

4° Enfin que le pouvoir réducteur, sensiblement constant, quelle que soit la nitrocellulose ou la nitro-oxycellulose considérée, est environ le $\frac{1}{3}$ de celui du sucre interverti.

Pour interpréter ces résultats, il faut en outre se reporter aux propriétés de l'oxycellulose (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 20 septembre 1897), qui réduit très énergiquement la liqueur cupropotassique, tandis que la cellulose et l'hydrocellulose sont privées de pouvoir réducteur.

Étant données les conditions de formation de l'oxycellulose, on doit admettre que, lorsqu'on fait agir l'acide nitrique sur la cellulose, il y a formation d'oxycellulose en même temps que la nitration s'effectue. Le produit que l'on obtient, pour une nitration totale ou partielle, n'est pas de la *nitrocellulose,* mais de la *nitro-oxycellulose.*

III. — J'ai démontré, dans une Communication précédente (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 10 septembre 1900), qu'en nitrant totalement ou partiellement la cellulose, on obtenait, non pas des nitrocelluloses, mais des nitro-oxycelluloses. Il était intéressant, dès lors, de reprendre l'étude de la réduction de ces composés, et de rechercher comment se comportaient, sous l'influence des divers réducteurs, les groupes AzO^3 et le groupe aldéhydique CHO, caractéristique des dérivés oxycellulosiques.

Action du chlorure ferreux. — J'ai fait agir 20^{cm^3} de chlorure ferreux en solution aqueuse saturée sur 1^g de substance, pendant 10 minutes, à l'ébullition : il y a dégagement d'AzO, et, si le chlorure ferreux ne contient pas d'acide en excès, la substance soumise à la réduction ne se dissout pas.

De l'oxycellulose, de la cellulose nitrée, de l'oxycellulose nitrée ont été soumises dans ces conditions à l'action réductrice du chlorure ferreux : après la réaction, ces diverses substances ont été lavées, recueillies et séchées. On les a comparées ensuite aux substances initiales, au point de vue de l'action sur la liqueur cupropotassique.

Un poids exact de chaque substance (1^g), au préalable desséchée dans le vide, a été traité par 100^{cm^3} d'eau et 50^{cm^3} de liqueur de Pasteur à l'ébullition pendant 10 minutes; la liqueur cupropotassique est ainsi en grand excès. Le mélange a été ensuite filtré, le précipité lavé à l'eau distillée bouillante jusqu'à élimination du cuivre soluble, séché et calciné. Par cette dernière opération, la matière organique a été détruite et le cuivre amené à l'état de CuO, dont le poids peut mesurer l'action réductrice effectuée par chaque substance expérimentée.

J'ai trouvé :

	CuO pour 100^g de substance.
	^{g}
Oxycellulose	10,36
Cellulose nitrée	13,71
Oxycellulose réduite par $FeCl^2$	10,42
Cellulose nitrée, réduite par $FeCl^2$	11,70
Oxycellulose nitrée, réduite par $FeCl^2$	10,83

L'action du chlorure ferreux élimine les groupes AzO^3, mais laisse intact le groupement aldéhydique. La cellulose nitrée, l'oxycellulose nitrée, l'oxycellulose ont conservé, en effet, sensiblement et dans les limites d'exactitude de la méthode, après réaction du chlorure ferreux, leur action sur la liqueur cupropotassique.

En faisant agir le chlorure ferreux sur les celluloses nitrées, on obtient, en somme, de l'*oxycellulose*.

Cette conclusion est confirmée par la formation des osazones oxycellulosiques (voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 24 avril 1899).

J'ai préparé les osazones de l'oxycellulose, de la cellulose nitrée traitée par $FeCl^2$: l'azote a été dosé dans les osazones obtenues; voici les résultats :

	Azote pour 100.
Oxycellulose ($KClO^3 + HCl$)	1,89
Cellulose nitrée, réduite par $FeCl^2$	1,50

L'oxycellulose formée préexistait dans le dérivé nitré soumis à la réduction : elle ne peut s'être formée par l'action du chlorure ferrique provenant de la transformation de $FeCl^2$; en chauffant, en effet,

Coton purifié	2^g
Fe^2Cl^6	1^g
HCl (22°)	2^{cm^3}
Eau	100^g

au bain-marie pendant 24 heures, il ne se forme pas d'oxycellulose.

Action du sulfure d'ammonium. — L'action réductrice du sulfure d'ammonium est plus profonde que celle du chlorure ferreux : elle élimine, en effet, les groupes AzO^3 et détruit le groupe aldéhydique CHO. Les celluloses nitrées sont ramenées à l'état de cellulose ou d'hydrocellulose, n'exerçant plus aucune action sur la liqueur cupropotassique.

Pour effectuer cette transformation, 2^g de substance (cellulose nitrée) et 100^{cm^3} de solution aqueuse saturée de sulfure d'ammonium ont été chauffés pendant 4 heures à une température de

35°-40°. J'ai filtré ensuite, lavé et précipité à l'eau chaude, à l'eau froide, avec de l'alcool, de l'éther et du sulfure de carbone. Le produit sec obtenu ne déflagre plus et ne réduit plus la liqueur cupropotassique.

En résumé, les celluloses nitrées réduites par $FeCl^2$ sont transformées en oxycelluloses. Les celluloses nitrées traitées par le sulfure d'ammonium donnent de la cellulose ou de l'hydrocellulose ne possédant pas de pouvoir réducteur. Cette différence d'action peut s'expliquer par ce fait que, dans le premier cas, la réduction s'effectue en milieu acide, en donnant des produits de réaction oxydants (Fe^2Cl^6, AzO^2), tandis que, avec le sulfure d'ammonium, on opère en milieu alcalin, les produits de réaction

$$[(AzH^4)^2SO^4, AzH^3AzO^2]$$

étant dénués de propriétés oxydantes.

Ces résultats confirment les conclusions établies précédemment, à savoir que les celluloses nitrées doivent être envisagées comme édes drivés de l'oxycellulose.

NOTE SUR LA CELLULOSE,

CELLULOSE MERCERISÉE, CELLULOSE PRÉCIPITÉE, HYDROCELLULOSE:

PAR

M. Léo VIGNON.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 29 octobre 1900.)

La cellulose et quelques-unes de ses modifications forment la base des textiles végétaux naturels et des textiles artificiels dont la substance est d'origine végétale.

J'ai étudié comparativement, au point de vue chimique, la cellulose du coton, la cellulose mercerisée, la cellulose dissoute dans le réactif de Schweitzer et précipitée par les acides, l'hydrocellulose de Girard.

Cellulose du coton. — On obtient facilement le produit à l'état de pureté en employant le procédé que j'ai décrit.

Cellulose mercerisée. — Elle prend naissance en immergeant le coton pendant quelques minutes dans une lessive froide de soude caustique à 30° ou 40° B.

Cellulose précipitée. — On prépare cette substance en précipitant par un acide une solution de cellulose du coton dans la liqueur de Schweitzer.

Hydrocellulose. — Ce produit se forme suivant les indications de Girard en faisant agir les acides minéraux étendus sur la cellulose.

Ces différentes substances ont été examinées comparativement.

J'ai déterminé leurs propriétés réductrices par rapport à la liqueur cupropotassique, leur vitesse de saccharification, leur chaleur de combustion.

Propriétés réductrices. — Aucune de ces substances ne réduit la liqueur cupropotassique. Ce fait est intéressant, étant données les propriétés réductrices si accentuées de l'oxycellulose. En particulier, la cellulose soumise à l'action de la lessive de soude froide, pendant 5 minutes, 1 heure, 24 heures, ne possède aucun pouvoir réducteur.

Vitesses de saccharification. — 2^g de substance à saccharifier ont été traités par 50^g d'acide chlorhydrique à 16° B. en présence de 200^{cm^3} d'eau distillée, au bain-marie bouillant, pendant 6 heures.

Les solutions ont été neutralisées jusqu'à légère acidité et titrées ensuite par la liqueur de Pasteur; les résultats ont été calculés en glucose.

J'ai opéré comparativement avec de l'amidon et de l'oxycellulose. Après saccharification, toutes les liqueurs étaient incolores, sauf celle de l'oxycellulose, qui avait légèrement jauni.

		Glucose.
		g
100^g de coton purifié	ont donné.	3,29
» d'hydrocellulose	» .	9,70
» de cellulose mercerisée avec NaOH 30° B.	» .	4,39
» de cellulose mercerisée avec NaOH 40° B.	» .	3,51
» de cellulose précipitée de la liqueur de Schweitzer	» .	4,39
» d'oxycellulose	» .	14,70
» d'amidon	» .	98,60

Chaleurs de combustion déterminées à la bombe calorimétrique.

	Pour 1^g de matière.
	cal
Cellulose de coton (séchée à 110°)	4223
Hydrocellulose (séchée dans le vide, sur l'acide sulfurique).	4006
Cellulose mercerisée	3980
Cellulose précipitée	3982

On peut conclure de ces nombres que les alcalis concentrés à froid, tels qu'ils sont employés dans l'opération du mercerisage,

hydratent et, probablement, dépolymérisent la cellulose sans lui conférer de fonctions chimiques nouvelles, qu'il en est de même des acides étendus agissant dans les conditions de formation de l'hydrocellulose de Girard. L'action produite paraît très éloignée de l'état de l'amidon, si l'on en juge par la vitesse de saccharification.

Enfin, les substances expérimentées se différencient nettement de l'oxycellulose, puisqu'elles ne possèdent pas de propriétés réductrices; il faut remarquer, au surplus, que l'oxycellulose ne peut pas subsister au contact des liqueurs alcalines concentrées. J'ai montré, en effet, qu'elle se dédouble en cellulose et en un acide soluble. Cette réaction paraît semblable à celle du furfurol qui donne, dans ces conditions, de l'alcool furfurylique et de l'acide pyromucique.

RECHERCHES

RELATIVES A

LA DÉCOMPOSITION DES ÉTHERS NITRIQUES

ET DE

LA NITROGLYCÉRINE PAR LES ALCALIS,

ET A LA STABILITÉ RELATIVE DES MATIÈRES EXPLOSIVES

PAR

M. BERTHELOT.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 17 septembre 1900.)

Les éthers, en général, sont décomposés par les alcalis hydratés, avec régénération de l'acide et de l'alcool qui les ont engendrés. Cependant, les éthers nitriques offrent à cet égard certaines exceptions. Ainsi, j'ai observé que les éthers nitriques traités par des solutions alcalines concentrées peuvent régénérer les éthers méthylique et éthylique, au lieu des alcools correspondants (1).

En opérant avec de l'éther éthylnitrique pur, rectifié à point fixe, et de la potasse solide, renfermés ensemble dans un tube à 100°, j'ai observé qu'il se forme en abondance une matière brune et humique, semblable aux produits de l'aldéhyde traité par la potasse. Cette formation ne saurait avoir lieu, d'ailleurs, par le fait d'une simple régénération d'alcool, composé que la potasse solide n'attaque pas à 100°. En définitive, la réaction gé-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVIII, p. 447. *Comptes rendus*, 1900, 2e semestre, t. CXXXI, n° 12.

nératrice d'aldéhyde aurait donc été accomplie, non dans la préparation de l'éther nitrique, mais dans sa décomposition, un atome d'oxygène de l'acide nitrique, ou plutôt du nitrate de potasse, qui devait prendre naissance, s'étant porté sur l'alcool en fournissant du nitrile de potasse et de l'aldéhyde.

Cette réaction dégage plus de chaleur qu'une simple régénération d'alcool, soit $+ 22^{Cal},5$ en plus, — le calcul étant fait pour des liqueurs étendues, — et, par conséquent, un chiffre notablement plus fort, en raison de l'état solide de la potasse et de la polymérisation de l'aldéhyde. Ce sont là des circonstances très caractéristiques.

Des phénomènes analogues et plus caractéristiques encore, parce qu'ils se passent dans des liqueurs plus étendues, ont été observés avec les éthers nitriques des alcools polyatomiques, notamment avec la nitroglycérine. En effet, elle régénère sous l'influence de la potasse, en même temps que de l'azotate de potasse, une dose plus ou moins considérable d'azotite de potasse. Or, si la régénération de l'acide azotique correspond à celle de la glycérine, celle de l'acide azoteux implique la formation simultanée d'un produit différent et plus oxydé, tel qu'un aldéhyde ou ses dérivés.

Il y a deux manières de concevoir la réaction suivant que l'on suppose la formation de l'aldéhyde accomplie dans la préparation initiale de la nitroglycérine, ou seulement dans sa destruction par les alcalis, et il est possible que ces deux interprétations soient vraies simultanément pour un même échantillon. Envisageons d'abord la réaction normale

$$C^3H^5(AzO^2)^3O^3 + 3KHO = C^3H^8O^3 + 3AzO^3K;$$

on aurait, par exemple,

$$C^3H^5(AzO^2)^3O^3 + 3KHO = C^3H^6O^3 + H^2O + 2AzO^3K + AzO^2K.$$

Mais la formation de quelque dose d'aldéhyde glycérique (1) peut aussi avoir lieu dans la réaction initiale

$$C^3H^8O^3 + AzO^3H = C^3H^6O^3 + AzO^2H + H^2O,$$

(1) Cet aldéhyde étant susceptible de se changer en dérivé binitrique à cause de son caractère alcoolique propre.

l'acide azoteux entrerait à mesure en combinaison avec la glycérine pour former un éther, par exemple, un éther mixte ou un éther nitrosé-nitrique

$$C^3H^5(AzO^2)^2(AzO)O^3,$$

dont la composition centésimale ne se distinguerait guère de la nitroglycérine. Ce serait cet éther qui fournirait l'acide azoteux trouvé, en même temps que l'acide azotique.

Les très intéressantes observations de M. Léo Vignon sur les nitrocelluloses jettent sur ces réactions une lumière nouvelle.

Si je crois devoir les rappeler, c'est que cet ordre de phénomènes offre un intérêt spécial pour l'étude de la stabilité et de la conservation des matières explosives constituées par la nitroglycérine, la nitromannite et les autres dérivés nitriques.

Dans le cas où certains échantillons de ces dérivés nitriques, de la nitroglycérine par exemple, renfermeraient dans les conditions de leur préparation des doses plus ou moins fortes de dérivés azoteux et aldéhydiques, il est clair que de semblables échantillons auraient une stabilité moindre que les échantillons exempts d'un tel mélange.

Or, un tel accident est surtout à craindre si l'on emploie dans les préparations un acide renfermant des vapeurs nitreuses.

Une semblable impureté ne serait guère accusée par les méthodes d'analyse des composés nitriques le plus souvent usitées aujourd'hui, lesquelles consistent à déterminer la dose de bioxyde d'azote régénérée dans leur réduction : cette dose, en effet, sera sensiblement la même pour le composé nitrique, pur ou mélangé avec un dérivé nitrosé.

Ce sont là des circonstances fort importantes et sur lesquelles il m'a paru utile d'appeler l'attention.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

DE LA

COMMISSION

DES

SUBSTANCES EXPLOSIVES

PENDANT L'ANNÉE 1903 (1).

(Extrait.)

RAPPORT SUR LES TRAVAUX EXÉCUTÉS EN 1903.

Ce rapport, établi conformément à l'article 4 du Décret constituant la Commission des substances explosives, comprend les objets suivants :

1° *Analyse des rapports adressés au Ministre pendant l'année* 1903;

2° *Revue des travaux effectués pendant la même année.*

Analyse des rapports établis pendant l'année 1903.

RAPPORT N° 154. — *Sur l'examen de nouveaux types de dynamite de la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. LHEURE.)

Par dépêche du 17 octobre 1902, le Ministre de la Guerre avait

(1) Voir **1** 432, **2** 573, **3** 171, **4** 205, **5** 68, **6** 211, **7** 139, **8** 60, **9** 118, **10** 17, 284, **11** 47 220, et **12** 43, les *Comptes rendus* des travaux exécutés de 1878 à 1902.

soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une demande, formulée par la Société anonyme d'Explosifs et de Produits chimiques, en vue d'être autorisée à fabriquer, dans son usine de Saint-Martin-de-Crau, trois nouveaux types de dynamite dénommés *gomme B'*, *dynamite-gomme C* et *gélignite*.

Le Ministre invitait la Commission à faire connaître son avis sur la suite dont cette demande était susceptible.

Les trois dynamites, qui ont fait l'objet de cette étude, ont les compositions suivantes :

Gomme B'.....	Nitroglycérine	85	100.
	Coton-collodion.....	5	
	Salpêtre..... ..	8	
	Cellulose	4	
Dynamite-gomme C....	Nitroglycérine	70	100.
	Coton-collodion.....	4	
	Salpêtre.....	16	
	Cellulose	10	
Gélignite..... ...	Nitroglycérine	60	100.
	Coton-collodion.....	3	
	Salpêtre.....	26,6	
	Cellulose	10	
	Magnésie..... ...	0,4	

Les deux derniers types (gomme et gélignite) sont déjà autorisés dans d'autres fabriques. Quant à la gomme B', elle ne diffère de la gomme B de Cugny que par la substitution de 1 pour 100 de nitroglycérine à 1 pour 100 de salpêtre et de celle de 1 pour 100 de cellulose à 1 pour 100 de coton-collodion. Ces modifications sont toutes deux de nature à diminuer la résistance de l'explosif à l'exsudation de la nitroglycérine.

Des échantillons de ces nouveaux types ont été reçus de la Dynamiterie de Saint-Martin-de-Crau et sont parvenus à la Poudrerie de Sévran le 28 novembre 1902. Au moment de leur réception, les cartouches étaient en bon état; elles avaient l'aspect ordinaire des dynamites gélatinées et ne laissaient voir aucune trace d'exsudation sur le papier-parchemin des enveloppes.

Ces échantillons ont été soumis aux épreuves ordinaires de chaleur et d'humidité, à l'action de gels et de dégels alternatifs et, ensuite, à l'action de la pression dans deux épreuves d'exsuda-

tion, l'une sous pression à la température ordinaire et l'autre sous pression après chauffage de 1 heure à la température de 50°.

La gomme C et la gélignite ont donné à toutes les épreuves des résultats satisfaisants.

La gomme B′ a montré une tendance à l'exsudation dans les épreuves de gel et de dégel. Elle a donné des résultats un peu inférieurs à ceux de la gomme J dans les épreuves d'exsudation sous pression. C'est donc une dynamite médiocre, inférieure à la gomme similaire B. Il ne semble pas, toutefois, que la tendance à l'exsudation soit assez marquée pour être véritablement dangereuse.

En conséquence, la Commission a été d'avis que la fabrication des gommes B′ et C et de la gélignite pouvait être autorisée.

Rapport n° 155. — *Sur l'emploi des explosifs Street pour le chargement des projectiles.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. Lheure.)

Par dépêche du 23 décembre 1901, le Ministre de la Guerre a demandé l'avis de la Commission des substances explosives sur l'aptitude au chargement des projectiles d'explosifs chlorates, appelés *cheddites*, proposés au Département de la Marine par MM. Bergès, Corbin et Cie, concessionnaires des brevets Street.

A la dépêche ministérielle était joint le dossier complet de cette proposition, qui a été l'objet d'une première étude de la part de la Commission des inventions intéressant les Armées de terre et de mer.

C'est une lettre de M. le Ministre de la Marine, en date du 17 décembre 1901, qui a servi de point de départ à l'étude actuelle. Cette lettre indiquait qu'il conviendrait que la Commission des substances explosives fît ressortir les avantages comparés que la cheddite et la mélinite présentent aux points de vue de la puissance, de la commodité d'emploi, des dangers de manipulation et de transport, de la conservation et du prix de revient.

Le rapport de la Commission examine successivement ces différents points; mais, auparavant, il résume les propriétés de la cheddite 60*bis*, préconisée plus spécialement par MM. Bergès, Corbin et Cie, pour le chargement des projectiles.

I. — *Propriétés de la cheddite 60bis.*

La composition de la cheddite 60bis est la suivante :

Chlorate de potasse.....	80	100.
Mononitronaphtaline	13	
Dinitrotoluène.....	2	
Huile de ricin.....	5	

Elle diffère donc peu de la composition du type 60, auquel elle a été substituée.

Une fabrication d'essai, faite à la Poudrerie de Sevran, n'a présenté aucune difficulté spéciale.

On a soumis la cheddite 60bis à des épreuves dont les résultats ont été comparés à ceux obtenus avec la cheddite 60 dans les mêmes conditions. Ces épreuves ont consisté en « Essais de combustion à l'air libre; essais à la bombe; essais de détonation à l'air libre sur cylindres de plomb; essais de détonation sous faible bourrage, dans les blocs Abel; essais en trous de mine et essais de détonation par chocs ».

Les résultats ont fait ressortir que la cheddite 60bis possède un ensemble de propriétés analogues à celles de la cheddite 60 déjà étudiée par la Commission (Rapport n° 136, du 8 mars 1900). Elle paraît toutefois présenter des propriétés brisantes un peu inférieures à celles de l'ancien type.

II. — *Comparaison, au point de vue de la puissance, entre des projectiles chargés en cheddite et des projectiles chargés en mélinite.*

La Commission a étudié la fragmentation obtenue dans des détonations à l'air libre et les déblais de terre produits par des détonations dans le sol, puis elle a procédé à des essais sur blocs de plomb et sur plaques d'acier.

Les essais de fragmentation par détonation ont été opérés sur des obus en fonte et sur des obus en acier de 90^{mm} détonant à l'air libre dans le puits d'épreuves. Le chargement de ces obus avait été fait soit avec de la cheddite 60 ou 60bis, soit avec de la mélinite, fondue ou pulvérulente, et les fragments recueillis ont été comptés, d'après leurs dimensions et leurs poids.

Les résultats de ces essais, effectués il est vrai dans des conditions un peu différentes de la pratique, puisque les projectiles étaient au repos, montrent que la fragmentation des projectiles est sensiblement moindre avec la cheddite qu'avec la mélinite.

Dans les obus en fonte, où la mélinite donne une fragmentation exagérée et pulvérise en partie le métal, l'emploi de la cheddite 60^{bis} serait avantageux. Il serait probablement désavantageux dans les projectiles en acier, où la mélinite donne une fragmentation très complète, mais qui ne semble pas excessive.

Les déblais par détonations dans le sol ont été obtenus en faisant détoner les projectiles au fond de trous forés dans le terrain naturel et en mesurant les globes de compression formés par la détonation.

On a comparé ensuite la cheddite et la mélinite, non plus d'après les globes de compression, mais d'après les déblais véritablement produits par des détonations, dans le terrain naturel, de poids égaux de cheddite 60 et de mélinite fondue, à une même profondeur. On mesurait le volume des entonnoirs produits par l'explosion.

Ces essais ont montré que la cheddite, quand sa détonation est complète, produit, dans un sol argileux, des effets de déblais plus considérables que la mélinite.

Cette supériorité de la cheddite, au point de vue particulier des déblais de terre, s'expliquerait par une vitesse de décomposition inférieure à celle des explosifs brisants à grande puissance mentionnés déjà par la Commission.

Cette explication a été contrôlée en comparant la cheddite et la mélinite, au point de vue de la vitesse de transmission de la détonation, dans des tubes en étain remplis d'explosifs, amorcés à l'aide d'un détonateur à $1^{g},5$ de fulminate; on mesurait le temps écoulé entre la rupture de deux fils fins de cuivre, tendus aux extrémités des tubes. Ces vitesses ont été trouvées, en moyenne, de 3175^{m} par seconde pour la cheddite 60 et de 6246^{m} pour la mélinite D; elles permettent d'expliquer la différence des effets produits dans le sol par les deux explosifs.

Indépendamment des essais pratiques de fragmentation et de déblais, la Commission a procédé, sur la mélinite et la cheddite

60bis, à diverses expériences comparatives susceptibles de fournir des renseignements sur les effets brisants des deux explosifs, constatés soit par des détonations à l'air libre sur cylindres de plomb, soit par des détonations sous faible bourrage (blocs Abel) et enfin par des détonations à l'air libre sur plaques d'acier.

Tous ces essais montrent que, au point de vue des propriétés brisantes, la cheddite 60bis est sensiblement inférieure à la mélinite.

III. — *Comparaison, entre la cheddite 60bis et la mélinite, au point de vue des commodités d'emploi.*

MM. Bergès, Corbin et C^{ie} ayant signalé les facilités d'emploi qu'offrirait la cheddite 60bis, qui pourrait être chargée dans les projectiles sans aucune précaution, ce qui permettrait la suppression du décapage, du séchage et de l'étamage à l'étain fin, la Commission constate que ces avantages sont réels, mais qu'ils sont plutôt d'ordre économique et que c'est dans le chargement proprement dit que résident les plus grandes difficultés. Ces difficultés se sont rencontrées avec les matières cristallisées, comme la mélinite; elles se rencontreront vraisemblablement et peut-être à un plus haut degré avec les matières plastiques, comme la cheddite, dont les propriétés explosives sont fortement influencées par la compression.

La Commission croit donc que l'emploi de la cheddite permettrait de supprimer l'étamage des projectiles, mais que le bénéfice serait vraisemblablement compensé par les difficultés que présenterait le chargement.

IV. — *Comparaison, entre la cheddite 60bis et la mélinite, au point de vue des dangers de manipulation et de transports.*

La cheddite 60bis paraît présenter des garanties sérieuses au point de vue de la sécurité. De nombreux essais ont montré que cet explosif propageait difficilement l'inflammation et la détonation, et que le mode d'enrobage employé pour le chlorate de potasse semblait avoir atténué considérablement les dangers des poudres chloratées.

En résumé, les dangers de manipulation et de transports pa-

raissent très restreints, avec la cheddite aussi bien qu'avec la mélinite. Toutefois, ce dernier explosif présente sur la cheddite l'avantage d'offrir des garanties de sécurité basées sur une longue pratique et non pas seulement sur des essais théoriques, forcément incomplets.

V. — *Comparaison, entre la cheddite 60bis et la mélinite, au point de vue de la conservation.*

Au point de vue de la conservation, la Commission estime que la mélinite présente de très grandes garanties, mais que, en ce qui concerne la cheddite 60bis, on ne possède pas encore, malgré les expériences faites, des données suffisantes pour formuler un avis motivé.

VI. — *Comparaison, entre la cheddite 60bis et la mélinite, au point de vue du prix de revient.*

En 1901, le prix de revient de la mélinite a été de 2^{fr}, 26 le kilogramme; le prix de la cheddite pourrait s'évaluer actuellement à 1^{fr} le kilogramme, tous frais compris. En conséquence, le prix de revient de la cheddite 60bis serait à peine moitié de celui de la mélinite.

En résumé, la Commission a conclu que :

La cheddite 60bis présente des avantages sur la mélinite au point de vue du prix de revient et des effets de déblais dans les terres. Elle fragmente moins complètement les projectiles, ce qui peut constituer, suivant les cas, un avantage ou un inconvénient. Enfin, elle est nettement inférieure à la mélinite au point de vue des effets brisants en général.

Les deux explosifs présentent des garanties suffisantes de sécurité au point de vue des manipulations et des transports.

Au point de vue de la facilité d'emploi et de la conservation, on ne possède actuellement sur la cheddite que des données insuffisantes. Une étude plus prolongée de cet explosif paraît indispensable pour fixer ces deux points d'une façon indiscutable.

En définitive, la Commission estime que l'étude du chargement

des projectiles en cheddite 60bis pourrait être tentée par les services intéressés. Elle signale la nécessité de faire porter cette étude sur la conservation des propriétés explosives de la cheddite, en même temps que sur le chargement, l'amorçage, la sensibilité aux chocs (choc au départ et choc contre obstacles) et les effets des projectiles.

Rapport n° 136. — *Sur l'étude de nouveaux types d'explosifs Street.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. Lheure.)

Par dépêche du 4 juin 1902, le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une demande de MM. Bergès, Corbin et C^{ie} tendant à faire fabriquer par l'État deux nouveaux types de cheddites dénommés 60bis et 60 N.

Dans la dépêche précitée, M. le Ministre prévient la Commission qu'il admet en principe la fabrication dans les établissements de l'État des explosifs chlorates qui présenteraient, comme les types 41 et 60, des garanties suffisantes au point de vue de la préparation, de la conservation et de l'emploi, et il invite la Commission à étudier les nouveaux types 60bis et 60 N et à lui faire connaître, le plus tôt possible, les résultats de cette étude.

L'étude du type 60 N n'étant pas encore achevée, la Commission s'est bornée, dans ce rapport, à l'examen du type 60bis.

La composition de la cheddite 60bis est la suivante :

Chlorate de potasse	80	100.
Mononitronaphtaline	13	
Dinitrotoluène	2	
Huile de ricin	5	

La principale différence du type 60bis avec l'ancien type 60 consiste dans la substitution du dinitrotoluène à l'acide picrique.

Un essai de fabrication de ce type a été fait à la fin de 1902, à la Poudrerie de Sévran, sur une quantité de 200^{kg}. Cette fabrication n'a présenté aucune difficulté spéciale et n'a pas différé sensiblement de celle du type 60, décrite en détail dans le rapport n° 136, du 8 mars 1900.

On a étudié les propriétés de la cheddite 60bis sur des cartouches comprimées de la Société Bergès, Corbin et C^{ie}, parvenues à Sévran en 1902, et sur l'explosif à l'état pulvérulent, provenant de la fabrication d'essai effectuée par cet établissement.

Les explosifs 60 et 60bis ont été comparés dans des essais de combustion à l'air libre, dans des essais de détonation par choc d'un mouton de 30^{kg} tombant de 4^{m}, 50 de hauteur, ainsi que dans des essais à la bombe (éprouvette de 21$^{cm^3}$, 7). Dans cette dernière, la charge de cheddite 60bis était amorcée avec 0^{g}, 1 de poudre extra-fine. Ces expériences ont été suivies d'essais de détonation à l'air libre sur cylindres de plomb, d'essais de détonation sous faible bourrage dans les blocs Abel et, enfin, d'essais en trous de mine dans le terrain naturel.

Tous ces essais ont montré que la cheddite 60bis présente, au point de vue de la préparation et de l'emploi, des garanties au moins égales à celles de l'ancien type 60.

Au point de vue de la conservation, aucune expérience n'a été faite, mais, *a priori*, la substitution du dinitrotoluène à l'acide picrique paraît devoir être avantageuse.

La Commission estime, en conséquence, que la fabrication de la cheddite 60bis dans les établissements de l'État peut être admise au même titre que celle des cheddites 41 et 60.

RAPPORT N° 157. — *Sur la modification de diverses formules de grisoutines de la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. LHEURE.)

Par dépêche du 20 octobre 1902, le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une demande de la Société anonyme d'Explosifs et de Produits chimiques, sollicitant l'autorisation de modifier les formules des grisoutines B, F et G par l'adjonction de 0^{kg}, 50 de carbonate de soude par 100^{kg} de mélange.

Le Ministre invitait la Commission a faire connaître son avis sur la suite dont cette demande était susceptible.

Les grisoutines B, F et G, modifiées, ont les compositions suivantes :

Grisoutine B...	Nitroglycérine..	11,76	100.
	Coton nitré.....	0,24	
	Nitrate d'ammoniaque...	87,50	
	Carbonate de soude.....	0,50	
Grisoutine F...	Nitroglycérine.....	19,60	100.
	Coton nitré.....	0,40	
	Nitrate d'ammoniaque...	79,50	
	Carbonate de soude.....	0,50	
Grisoutine G...	Nitroglycérine.....	29,10	100.
	Coton nitré..... .	0,90	
	Nitrate d'ammoniaque...	69,50	
	Carbonate de soude.....	0,50	

La Commission a reçu de la Dynamiterie de Saint-Martin-de-Crau des échantillons des trois nouveaux types de grisoutines. Ces échantillons, sous forme de cartouches à double enveloppe, l'une en papier paraffiné et l'autre en papier-parchemin, sont parvenus à Sévran le 23 janvier 1903. Au moment de leur réception, les cartouches étaient en bon état et ne laissaient voir aucune trace d'exsudation.

Les cartouches des trois échantillons de grisoutines ont été soumises, comparativement à une grisoutine de Cugny, aux épreuves ordinaires de chaleur et d'humidité.

Les essais ont montré que les grisoutines B, F et G, modifiées par l'addition de 0,50 pour 100 de carbonate de soude, donnaient des résultats comparables à ceux des grisoutines au nitrate d'ammoniaque actuellement autorisées.

D'autre part, l'addition de 0,50 pour 100 de carbonate de soude ne peut pas influencer d'une façon appréciable la température de détonation des explosifs.

En conséquence, la Commission estime que la modification demandée par la Société anonyme d'Explosifs et de Produits chimique peut être autorisée.

Les nouvelles grisoutines, renfermant du nitrate d'ammoniaque, devraient, comme les grisoutines B, F et G du type actuel, être munies d'un encartouchage étanche très soigné.

RAPPORT N° 158. — *Sur une proposition de M. Führer, relative à des perfectionnements apportés aux explosifs.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. LHEURE.)

Par dépêche du 21 décembre 1901, le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une proposition de M. Führer, sujet autrichien, relative à des perfectionnements apportés aux explosifs et consistant essentiellement dans l'introduction de l'aluminium dans la composition de certains explosifs.

M. le Ministre de la Guerre invitait la Commission a étudier les explosifs proposés par M. Führer et à lui faire connaître ensuite les résultats de cette étude.

En outre, vers la fin de 1902, le Ministre de la Guerre a communiqué à la Commission divers documents concernant un explosif, appelé *ammonal,* supposé le même que l'explosif Führer.

L'explosif visé plus spécialement par M. Führer, dans son brevet, présentait la composition suivante :

Nitrate d'ammoniaque.....	83	100 parties.
Aluminium	14	
Charbon.....	3	

L'ammonal différait assez notablement de l'explosif précédent. D'après les renseignements communiqués à la Commission, il serait composé de :

Nitrate d'ammoniaque.....	71	100 parties.
Aluminium	25	
Charbon.....	5	

Les échantillons nécessaires aux essais ont été fabriqués à la Poudrerie de Sévran, en se rapprochant autant que possible des conditions indiquées dans les brevets pour la fabrication de ces explosifs.

La Commission a procédé aux essais suivants :

1° Essais de combustion à l'air libre;

2° Essais de détonation à l'air libre avec amorce au fulminate;

3° Essais de détonations par chocs;

4° Essais d'hygroscopicité;
5° Mesures des pressions en vase clos.

Cette première série d'essais, simples, a été effectuée comparativement avec la mélinite D, et elle a été suivie d'une autre série d'épreuves, sur les mêmes explosifs, qui comprenaient les objets suivants :

1° Essais de détonation à l'air libre sur cylindres de plomb;
2° Essais de détonation sous faible bourrage (blocs Abel);
3° Essais de détonation à l'air libre sur plaques d'acier;
4° Essais de détonations en trous de mine;
5° Essais de fragmentation de projectiles.

Enfin, la Commission a fait le calcul des prix de revient approximatifs de l'explosif Führer et de l'explosif ammonal. Ces prix de revient ont été évalués à 190^{fr} les 100^{kg} pour le premier de ces explosifs et à 247^{fr} les 100^{kg} pour le second; ils sont donc supérieurs à ceux des autres explosifs au nitrate d'ammoniaque, ceux-ci contenant des naphtalines nitrées, dont le prix est peu élevé.

Les recherches de la Commission, en ce qui concerne les explosifs précités, se résument ainsi :

« L'explosif Führer et l'ammonal ont une force théorique comparable à celle des explosifs usuels à base de nitrate d'ammoniaque, mais un prix de revient sensiblement plus élevé. Ils sont hygrométriques, comme tous les explosifs au nitrate d'ammoniaque actuellement connus.

» Les deux explosifs étudiés par la Commission sont supérieurs à la mélinite au point de vue des déblais dans le sol et des effets dans le plomb sous léger bourrage (blocs Abel). Ils sont, au contraire, inférieurs à la mélinite au point de vue de la fragmentation des projectiles et des effets brisants, à l'air libre, sans bourrage (essais sur plaques d'acier et sur cylindres de plomb).

» La propriété caractéristique des nouveaux explosifs, signalée déjà par la Commission des inventions, est une grande aptitude à la détonation. Cette propriété n'est d'ailleurs pas spéciale aux explosifs à forte teneur en aluminium visés dans le brevet Führer. On a vérifié, au cours de l'étude actuelle, qu'elle se rencontrait également dans des mélanges dont la teneur en aluminium était

inférieure à 3 pour 100. Divers mélanges à faible proportion d'aluminium, et dont la température de détonation était inférieure à 1500°, ont été étudiés à Sévran, en vue de l'emploi dans les mines grisouteuses. »

En définitive, les conclusions de la Commission sont les suivantes :

La propriété de l'aluminium, d'augmenter l'aptitude à la détonation (propriété non mentionnée dans le brevet Führer) paraît susceptible d'emploi pratique, en particulier pour l'amélioration des explosifs destinés aux mines grisouteuses.

Pour cet usage, on ne peut employer que des mélanges à basse température de détonation, ce qui conduit à limiter à un taux très faible la teneur en aluminium.

Quant aux mélanges explosifs plus spécialement visés dans le brevet Führer, ils ne possèdent pas, au point de vue de l'énergie, la supériorité considérable indiquée par l'inventeur, et la Commission estime qu'ils ne présentent que peu d'intérêt pour les usages militaires, en raison de leur hygroscopicité.

RAPPORT N° 159. — *Sur l'examen d'une série d'explosifs à base de nitroglycérine, de la Société française des explosifs.*

(Étude confiée à la 1re section; rapporteur : M. LHEURE.)

Par dépêche du 24 novembre 1902, le Ministre de la Guerre a soumis à l'examen de la Commission des substances explosives une demande faite par la Société française des Explosifs, en vue d'être autorisée à fabriquer, dans son usine de Cugny, toute une série d'explosifs à base de nitroglycérine, se distinguant des dynamites usitées jusqu'à ce jour par l'adjonction d'une certaine proportion de chlorhydrate de térébenthène.

M. le Ministre demandait l'avis de la Commission sur la suite à donner à la demande précitée.

Les nouvelles dynamites, au nombre de onze, ont les compositions mentionnées dans le Tableau suivant :

COMPOSITION.	DYNAMITE				GOMME				Dynamite n° 1 gélatinée.	GRISOUTINE	
	N° 0.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	J.	B_1.	B_2.	BM.		Gomme A.	Gomme B.
Nitroglycérine	74	75	48	22	92	83	82	70	57.5	35.0	30
Salpêtre	»	»	39	68	»	9	9	16	32.0	39.0	40
Sulfate de magnésie	»	»	»	»	»	»	»	»	»	19.0	24
Chlorhydrate de térébenthène	3	3	3	4	4	3	3	3	4 0	4.5	4
Coton azotique	»	»	»	»	8	5	5	4	2.5	1.5	1
Carbonate de soude	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1.0	1
Farine de bois	26	»	10	6	»	1	1	7	4.0	»	»
Gühr	»	25	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Parties	103	103	100	100	104	100	100	100	100	100	100

Les premiers échantillons de ces dynamites envoyés à la Commission, pour ses essais, ayant laissé exsuder de la nitroglycérine d'une façon très marquée, toutes les cartouches furent détruites et la Société française des Explosifs fut invitée à envoyer de nouveaux échantillons.

Ce second envoi, effectué par l'usine de Cugny, parvint à la Poudrerie de Sévran le 1er avril 1903, et l'on constata de nouveau des exsudations très nettes de nitroglycérine sur tous les échantillons de gommes ou de dynamites gélatinées. Seules, les dynamites nos 0, 1, 2 et 3 étaient en bon état.

Les dynamites défectueuses furent détruites et les essais furent limités aux quatre échantillons précédents.

Les échantillons de ces dynamites furent soumis, comparativement à une dynamite-gomme de J Cugny, à l'action de la chaleur et à celle de l'humidité, dans les conditions ordinaires usitées par la Commission.

De ces essais il résulte que, des onze nouveaux types de dynamite présentés par la Société française des explosifs, dix ont accusé des exsudations dangereuses, soit au moment même de leur réception, soit dans le cours de l'épreuve de chaleur. Ces exsudations très nettes de glycérine, constatées sur deux séries distinctes d'échantillons, démontrent que la fabrication des dynamites au

chlorhydrate de térébenthène n'est pas encore assez étudiée pour donner des garanties suffisantes de conservation.

En conséquence, la Commission estime qu'il n'y a pas lieu d'autoriser actuellement la fabrication de ces nouveaux types de dynamite.

RAPPORT N° 160. — *Sur l'étude des effets des détonateurs en raison de leur composition fulminante.*

(Ce rapport est inséré *in-extenso* Tome XII, p. 134.)

Revue des travaux effectués pendant l'année.

Les travaux de la Commission, pendant l'année qui vient de s'écouler, ont porté sur des études qui sont actuellement terminées et sur certaines autres restant en cours d'exécution.

ÉTUDE N° 151.

Réglementation de l'emploi des explosifs dans les mines grisouteuses et poussiéreuses.

Cette étude a été continuée par la mise en essai, dans les exploitations minières, de certains explosifs préconisés plus spécialement par la Commission et il est à présumer que les résultats obtenus lui permettront d'établir prochainement un rapport sur cette question.

ÉTUDE N° 159.

Étude des effets à distance des explosions de dynamite.

Cette étude a été continuée à Sevran, dans le cours de l'année 1903, et la Commission a continué à recueillir les documents étrangers se rapportant à la question.

Un programme d'expériences en grand, qui seront exécutées prochainement au champ de tir de Gâvres, vient d'être adopté par la Commission.

ÉTUDE N° 164.

Examen d'une proposition de M. Führer, relative à des perfectionnements apportés aux explosifs.

L'examen de cette proposition, à laquelle a été annexé l'examen d'un explosif dénommé *ammonal*, a donné lieu à l'établissement du rapport n° 158, analysé dans le présent compte rendu.

ÉTUDE N° 165.

Emploi des explosifs Street pour le chargement des projectiles.

Cette étude a donné lieu à l'établissement du Rapport n° 155, analysé plus haut.

ÉTUDE N° 167.

Étude de nouveaux types d'explosifs Street.

Cette étude a donné lieu au Rapport n° 156, analysé plus haut, et n'est terminée qu'en ce qui concerne la cheddite 60bis.

Un autre type de cheddite (60N) a été soumis aux mêmes épreuves que le type précédent, et un rapport le concernant sera prochainement établi.

ÉTUDE N° 170.

Examen de nouveaux types de dynamite de la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques.

Cette étude est terminée et a donné lieu, au cours de l'année 1903, à l'établissement du Rapport n° 154, analysé plus haut.

ÉTUDE N° 171.

Modification de diverses formules de grisoutines de la Société anonyme d'Explosifs et de produits chimiques.

L'examen de cette question a abouti à l'établissement du Rapport n° 157, analysé dans le présent compte rendu.

ÉTUDE N° 172.

Fabrication de nouveaux explosifs à base de chlorate de potasse et à base de nitrate d'ammoniaque.

Les essais concernant cette étude sont très avancés et permettront d'établir prochainement un rapport qui sera analysé dans le prochain compte rendu.

ÉTUDE N° 173.

Examen d'une série d'explosifs à base de nitroglycérine, de la Société française des explosifs.

Cette étude est actuellement terminée et a abouti, en 1903, à l'établissement du Rapport n° 159, analysé plus haut.

ÉTUDE N° 174.

Examen d'une demande pour l'installation d'une fabrique de coton-poudre, à Lagny (Seine-et-Marne).

L'examen de cette question est terminé et un rapport vient d'être établi; il sera analysé dans le prochain compte rendu.

ÉTUDE N° 176.

Étude des effets des détonateurs en raison de leur composition fulminante.

La Commission a comparé, de diverses façons, tous les types de détonateurs qu'elle a pu se procurer. La question a donné lieu au Rapport n° 160, analysé dans le présent compte rendu.

ANNEXE.

CHANGEMENTS SURVENUS DANS LE PERSONNEL DE LA COMMISSION PENDANT L'ANNÉE 1903.

La Commission des substances explosives a reçu, pendant l'année 1903, les modifications suivantes :

Par décision ministérielle du 24 septembre 1903, M. le chef d'escadron CHARBONNIER, de l'Artillerie coloniale, a été nommé membre adjoint de la Commission des substances explosives, en remplacement de M. le lieutenant-colonel CANDÈZE, de la même arme.

En conséquence, l'état de la Commission, au 31 décembre 1902, est le suivant :

Membres titulaires.... MM. BERTHELOT, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie française, *président;*
SARRAU, inspecteur général des poudres et salpêtres, membre de l'Institut, *vice-président;*
JACOB, colonel d'artillerie coloniale;
BRULEY, ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres;
Général NAQUET-LAROQUE, inspecteur général permanent des travaux de l'Artillerie pour l'armement des côtes.
LE CHATELIER, ingénieur en chef des mines;
BERTRAND, lieutenant-colonel du génie;
VIEILLE, ingénieur en chef des poudres et salpêtres;
LIOUVILLE, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, *secrétaire.*

Membres adjoints ou temporaires..... MM. ANGOT, professeur à l'Institut agronomique;
CHARBONNIER, chef d'escadron de l'artillerie coloniale;
René CAVARD, directeur de la Sûreté générale;
CHESNEAU, ingénieur en chef des mines;
DABAT, directeur au ministère de l'agriculture;

Membres adjoints ou temporaires ..... MM. DUCRU, capitaine d'artillerie;
FLEURI, capitaine du génie;
HAGRON, ingénieur en chef des poudres et salpêtres;
HOUDAILLE, professeur à l'École d'agriculture de Montpellier;
JOFFROY, chef de bureau à la direction de la Sûreté générale;
LALUNE, chef d'escadron de l'artillerie coloniale;
LEDOUX, inspecteur général des Mines, en retraite;
LEPIDI, chef d'escadron d'artillerie;
LHEURE, ingénieur des poudres et salpêtres;
TRIGER, capitaine d'artillerie;
VALLIER, lieutenant-colonel d'artillerie.

Paris, le 10 mars 1904.

Vu :

Le président,
BERTHELOT.

Le secrétaire,
LIOUVILLE.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

RAPPORT N° 160. — 12 NOVEMBRE 1903.

RAPPORT

SUR

L'ÉTUDE DES EFFETS DES DÉTONATEURS

EN RAISON DE LEUR COMPOSITION FULMINANTE.

Par dépêche n° 3372, du 23 mai 1903, M. le Ministre de la Guerre a soumis à l'étude de la Commission des Substances explosives le point de savoir « si les détonateurs que l'on trouve dans le commerce et qui contiennent fréquemment des matières autres que le fulminate pur, notamment de l'acide picrique, peuvent produire des effets équivalents à ceux que donnent les détonateurs au fulminate pur ».

La dépêche ministérielle était accompagnée de trois lettres émanant, l'une de M. le Ministre des Travaux publics, les deux autres de MM. Haton de la Goupillière, Président de la Commission du grisou, et Henri Le Chatelier, membre de cette Commission.

Dans cette dernière lettre, qui a provoqué l'étude actuelle, M. Le Chatelier rappelle les nombreux inconvénients qui résultent des ratés de détonation dans les mines à grisou. Il rapporte l'opinion du Directeur de la Société des explosifs de sûreté, d'après lequel les ratés seraient imputables à la mauvaise qualité des détonateurs, et, après avoir constaté que les détonateurs livrés à l'industrie ne renferment souvent qu'une faible quantité de ful-

minate associé à de l'acide picrique, il demande de vérifier si ces détonateurs composés sont équivalents à des détonateurs au fulminate pur.

Pour répondre aussi complètement que possible à la question posée, la Commission a réuni des détonateurs de types variés dont elle a étudié la composition fulminante et dont elle a comparé les effets, d'abord dans des essais théoriques, puis dans des essais pratiques d'amorçage d'explosifs.

I. — Étude de la composition fulminante de différents types de détonateurs.

Cette étude a été faite au Laboratoire central des Poudres et Salpêtres.

Pour déterminer aussi exactement que possible le poids et la composition de la matière fulminante d'un détonateur, il était indispensable de séparer tout d'abord cette matière du tube en cuivre qui la contient. Le mode opératoire a consisté à comprimer le détonateur suivant des génératrices opposées, de manière à l'aplatir légèrement et à renouveler la compression sur des génératrices différentes jusqu'à détacher l'opercule qui recouvre l'explosif. On peut alors faire glisser la matière le long du tube et la recueillir sans aucune perte.

Le Tableau suivant indique les résultats obtenus dans les pesées et dans les analyses sur des détonateurs de marques diverses :

Analyse de détonateurs de diverses provenances reçus au Laboratoire central des Poudres en 1903.

DÉSIGNATION des amorces et provenances.	DATES de réception.	NUMÉROS d'ordre.	POIDS moyen de la matière fulminante.	COMPOSITION de la matière fulminante.	OBSERVATIONS.
Amorces ℵ, dites $0^g,75$, reçues de l'École des Mines.....	26 juin 1903	1	$0^g,515$	fulminate $0^g,245$, acide picr. 0,270.	Ces amorces provenaient de M. Le Chatelier et auraient dû ne contenir que du fulminate. L'acide picr. occupait le fond du détonateur et n'était pas mélangé au fulminate.
Amorces DS, force $0^g,80$, *Deutsche Sprengkapsel Fabrik*, à Dolbrück près Cologne, reçues de Sevran.....	Id.	2	0,798	fulminate 76,80 %, chlorate de K 23,20 %	Mélange homog des 2 substances
Amorces ℵ, charge 1^g, reçues de la Société française des Munitions.....	18 juin 1903.	3	0,9974	fulminate pur.	
Amorces SF, force 1^g, reçues de la Société française des Munitions.....	Id.	4	0,765	fulminate $0^g,160$, acide picr. 0,603.	Détonateur mixte (fulminate disposé au-dessus de l'acide picrique).
Amorces ℵ, charge $1^g,50$, reçues de la Société française des Munitions.....	29 mai 1903.	5	1,393	fulminate pur.	
Amorces SF, force $1^g,50$, reçues de la Société française des Munitions.....	Id.	6	1,167	fulminate $0^g,372$, acide picr. 0,795.	Détonateur mixte (fulminate disposé au-dessus de l'acide picrique).
Amorces ℵ, charge $0^g,75$, provenant de M. Le Chatelier..	8 juillet 1903.	7	0,515	fulminate $0^g,245$, acide picr. 0,270.	Échantillon identique à l'échantillon n° 1.
Amorces provenant des mines de Lens.....	26 juin 1903.	8	1,227	mélange homogène de fulminate et acide picrique.	Amorce avec dispositif pour mise de feu électrique.
	Id.	8	1,105	fulminate $0^g,265$, acide picr. 0,840.	Détonateur mixte (fulminate et acide picr. séparés).

DÉSIGNATION des amorces et provenances.	DATES de réception.	NUMÉROS d'ordre.	POIDS moyen de la matière fulminante.	COMPOSITION de la matière fulminante.	OBSERVATIONS.
Amorces allemandes venant de la Société franç^{se} des poudres de sûreté.....	27 juillet 1903.	9	0,80	fulminate mélangé de $\frac{1}{4}$ de son poids de chlor^{te} de K. 0^{g},265 acide picr.... 0,490	Amorces de la *Reinische Sprengkapsel und zundhütchen Fabrik* avec opercules en métal blanc dont quelques-uns étaient oxydés.
Amorces ℵ venant de l'usine des Bruyères.....	10 août 1903.	10	0,670	fulminate pur.	Échantillon prélevé par M. Vieille
Amorces allemandes envoyées de Sevran.....	8 août 1903.	11	Mêmes composition et observations que le n° 9.		
Amorces Gaupillat, 2^{g}.....	10 août 1903.	12	1,238	fulminate 0^{g},341, acide picr. 0,897.	Amorces mixtes; pas de marque spéciale (fulmin^{te} et acide picrique séparés).
Amorces $\frac{SG}{D}$ n° 8, force 2^{g}, fournies par la Société générale de la Dynamite.....	14 août 1903.	13	1,201	fulminate 0^{g},313, acide picr. 0,888.	Amorces mixtes envoyées par la Société des poudres de sûreté. (fulmin^{te} et acide picr. séparés).
Amorces électriques $\frac{SG}{D}$, de 1^{g},50, fournies par la Société générale de la Dynamite...	Id.	14	1,288	fulminate 0^{g},423, acide picr. 0,865.	Id.
Amorces électriques fournies par la Soc^{te} anonyme d'Explosifs et Produits chimiques..	Id.	15	1,530	Matière homogène brune, paraissant être du fulminate pur.	Amorces envoyées par la Société des Poudres de sûreté.

On voit que les différents détonateurs étudiés au Laboratoire central des Poudres peuvent se diviser en quatre types :

1° Amorces au fulminate pur (ℵ);

2° Amorces allemandes au fulminate chloraté (DS);

3° Amorces mixtes au fulminate pur et à l'acide picrique (SF);

4° Amorces mixtes allemandes au fulminate chloraté et à l'acide picrique.

II. — Comparaison théorique des divers types de détonateurs.

On a effectué cette comparaison en étudiant les effets des détonateurs dans leur détonation à l'air libre sur plaques de plomb et dans leur détonation à l'intérieur de blocs de plomb.

On a pris comme mesure de l'intensité d'action d'un détonateur le volume de l'empreinte pour les épreuves sur le plomb et l'augmentation de volume du canal central pour les épreuves à l'intérieur du plomb.

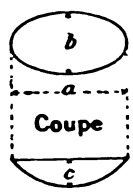
Ce sont là des modes d'évaluation de l'efficacité tout à fait arbitraires, choisis en raison de leur simplicité. Aucune considération théorique ne les justifie *a priori*, et leur valeur ne pourra être appréciée que par comparaison avec les résultats d'essais pratiques d'amorçage d'explosifs.

A. *Essais de détonation à l'air libre.*

Les expériences de détonation à l'air libre ont été effectuées au laboratoire central des Poudres.

Les détonateurs étaient disposés régulièrement sur des blocs de plomb de plusieurs centimètres d'épaisseur. On provoquait la détonation au moyen de mèche Bickford, et l'on obtenait sur le plomb des empreintes ayant très sensiblement la forme de demi-ellipsoïdes. On en déterminait le volume soit par un jaugeage au mercure, soit par la mesure des trois dimensions a, b, c (*fig.* 1) et application de la formule $V = \pi \frac{abc}{6}$. Les évaluations faites par les deux procédés ont toujours été très suffisamment concordantes.

Fig. 1.



Les essais ont porté sur des amorces au fulminate de charges variables, puis sur des amorces de chacun des quatre types différents énumérés précédemment.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Détonations à l'air libre sur plaques de plomb.

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	DÉTERMINATION du poids d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce. Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.	DIMENSIONS des empreintes après détonation. Longueur.	Largeur.	Profondeur.	VOLUME $\pi\frac{abc}{6}$ en millimèt. cubes.	VOLUME par jaugeage au mercure en mm³.	ÉCART moyen des volumes en mm³.
		g	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
1° Amorces au fulminate pur.												
Amorces types de la Soc^té française des Munitions, dites de 0g,20, sans marque.	fulmin^te pur.	0,271	5,0	31,0	36,0	6,06	7,2	8,1	1,7			
		0,268					7,3	7,5	1,3			
		0,288					7,2	7,7	1,5			
		0,266					7,2	7,9	1,6			
		0,268					//	//	//			
	MOYENNE....	0,272		MOYENNE....			7,225	7,8	1,525	45,0	42,29	//
Id. dites de 0g,40.	fulmin^te pur.	0,539	9,0	27,0	36,0	6,07	13,6	11,6	2,9			
		0,602					12,4	10,7	3,0			
		0,539					12,9	11,8	3,2			
		0,549					12,3	11,7	3,2			
		0,606					13,1	10,0	3,0			
		//					12,9	11,4	3,3			
	MOYENNE....	0,567		MOYENNE.....			12,866	11,2	3,1	233,9	221,5	//
Id. dites de 0g,60.	fulmin^te pur.	0,660	11,0	25,0	36,0	6,05	16,7	13,7	3,0			
		0,695					16,6	12,8	3,5			
		0,649					14,4	12,2	3,3			
		0,678					15,2	11,9	3,4			
		0,608					//	//	//			
	MOYENNE.....	0,658		MOYENNE.....			15,725	12,65	3,3	342,3	307,0	//
Amorces types, de la Soc^té française des Munitions, dites de 0g,80, sans marque.	fulmin^te pur.	0,791	14,4	21,6	36,0	6,06	17,9	11,3	3,1	328		
		0,720					17,9	12,2	3,3	377		
		0,933					15,4	10,3	2,9	241		
		0,830					16,7	11,8	3,4	351		
		0,896					14,0	11,4	3,4	284		
		//					18,0	12,2	3,3	379		
		//					16,9	12,0	3,1	330		
		//					19,0	13,2	3,6	473		
		//					18,9	13,1	3,3	428		
		//					17,2	11,9	3,2	343		
	MOYENNE.. ..	0,834		MOYENNE.....			17,2	11,9	3,26	353	362,0	49,0

II. — Comparaison théorique des divers types de détonateurs.

On a effectué cette comparaison en étudiant les effets des détonateurs dans leur détonation à l'air libre sur plaques de plomb et dans leur détonation à l'intérieur de blocs de plomb.

On a pris comme mesure de l'intensité d'action d'un détonateur le volume de l'empreinte pour les épreuves sur le plomb et l'augmentation de volume du canal central pour les épreuves à l'intérieur du plomb.

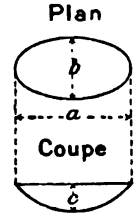
Ce sont là des modes d'évaluation de l'efficacité tout à fait arbitraires, choisis en raison de leur simplicité. Aucune considération théorique ne les justifie *a priori*, et leur valeur ne pourra être appréciée que par comparaison avec les résultats d'essais pratiques d'amorçage d'explosifs.

A. *Essais de détonation à l'air libre.*

Les expériences de détonation à l'air libre ont été effectuées au Laboratoire central des Poudres.

Les détonateurs étaient disposés régulièrement sur des blocs de plomb de plusieurs centimètres d'épaisseur. On provoquait leur détonation au moyen de mèche Bickford, et l'on obtenait sur le plomb des empreintes ayant très sensiblement la forme de demi-ellipsoïdes. On en déterminait le volume soit par un jaugeage au mercure, soit par la mesure des trois dimensions a, b, c (*fig.* 1) et application de la formule $V = \pi \frac{abc}{6}$. Les évaluations faites par les deux procédés ont toujours été très suffisamment concordantes.

Fig. 1.



Les essais ont porté sur des amorces au fulminate de charges variables, puis sur des amorces de chacun des quatre types différents énumérés précédemment.

On a obtenu les résultats suivants :

Détonations à l'air libre sur plaques de plomb.

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	DÉTERMINATION du poids d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce. Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.	DIMENSIONS des empreintes après détonation. Longueur.	Largeur.	Profondeur.	VOLUME $\pi\frac{abc}{6}$ en millimèt. cubes.	VOLUME par jaugeage au mercure en mm³.	ÉCART moyen des volumes en mm³.
		g	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
1° Amorces au fulminate pur.												
Amorces types de la Soc^{te} franç^{se} des Munitions, dites de o^{g},20, sans marque.	fulmin^{te} pur.	0,271	5,0	31,0	36,0	6,06	7,2	8,1	1,7			
		0,268					7,3	7,5	1,3			
		0,288					7,2	7,7	1,5			
		0,266					7,2	7,9	1,6			
		0,268					"	"	"			
MOYENNE....		0,272		MOYENNE....			7,225	7,8	1,525	45,0	42,29	"
Id. dites de o^{g},40.	fulmin^{te} pur.	0,539	9,0	27,0	36,0	6,07	13,6	11,6	2,9			
		0,602					12,4	10,7	3,0			
		0,539					12,9	11,8	3,2			
		0,549					12,3	11,7	3,2			
		0,606					13,1	10,0	3,0			
		"					12,9	11,4	3,3			
MOYENNE....		0,567		MOYENNE.....			12,866	11,2	3,1	233,9	221,5	"
Id. dites de o^{g},60.	fulmin^{te} pur.	0,660	11,0	25,0	36,0	6,05	16,7	13,7	3,0			
		0,695					16,6	12,8	3,5			
		0,649					14,4	12,2	3,3			
		0,678					15,2	11,9	3,4			
		0,608					"	"	"			
MOYENNE.....		0,658		MOYENNE.....			15,725	12,65	3,3	342,3	307,0	"
Amorces types, de la Soc^{te} franç^{se} des Munitions, dites de o^{g},80, sans marque.	fulmin^{te} pur.	0,791	14,4	21,6	36,0	6,06	17,9	11,3	3,1	328		
		0,720					17,9	12,2	3,3	377		
		0,933					15,4	10,3	2,9	241		
		0,830					16,7	11,8	3,4	351		
		0,896					14,0	11,4	3,4	284		
		"					18,0	12,2	3,3	379		
		"					16,9	12,0	3,1	330		
		"					19,0	13,2	3,6	473		
		"					18,9	13,1	3,3	428		
		"					17,2	11,9	3,2	343		
MOYENNE.. ..		0,834		MOYENNE.....			17,2	11,9	3,26	353	362,0	49,0

Détonations à l'air libre sur plaques de plomb (suite).

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	DÉTERMINATION du poids d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce. Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.	DIMENSIONS des empreintes après détonation. Longueur.	Largeur.	Profondeur.	VOLUME $\pi\frac{abc}{6}$ en millimèt. cubes.	VOLUME par jaugeage au mercure en mm³.	
1° Amorces au fulminate pur (*suite*).												
		g	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
Amorces X, fabrication courante, charge 1g (échon n° 3 du premier Tableau).	fulmint pur.	1,022					21,6	12,0	3,8	516		
		1,013					21,2	12,0	3,4	453		
		0,992					21,2	11,3	3,3	414		
		0,984					21,3	12,9	4,0	575		
		0,976					22,0	13,0	3,5	524		
		"	16,5	22,5	39,0	5,975	21,8	11,3	3,4	438		
		"					21,7	11,5	3,5	457		
		"					21,7	11,4	3,5	456		
		"					20,7	12,4	3,6	484		
		"					21,3	13,3	3,8	564		
MOYENNE.....		0,997	MOYENNE.....				21,4	12,1	3,6	488	479,0	45,0
Amorces types de la Soc^te française des Munitions, dites de 1g, sans marque.....	fulmint pur.	1,072					22,7	12,8	3,9			
		1,070					22,7	12,1	3,9			
		1,052					22,0	12,7	3,8			
		1,285	18,0	18,0	36,0	6,04	22,2	13,2	4,0			
		1,120					22,1	13,6	3,9			
		"					22,0	12,6	4,1			
MOYENNE....		1,120	MOYENNE.....				22,28	12,87	3,93	590,4	579,6	»
Amorces types de la Soc^te française des Munitions, dites de 1g,20, sans marque...	fulmint pur.	1,350					27,0	12,8	4,2			
		1,365					27,0	12,8	3,8			
		1,385	23,5	12,5	36,0	6,07	27,1	12,7	3,8			
		1,354					27,2	12,4	4,4			
		1,360					"	"	"			
MOYENNE.....		1,363	MOYENNE.....				27,07	12,67	4,05	727,7	714,4	"
Amorces X, chge 1g,50 (fabrication courante).	fulmint pur.	1,309					26,6	13,2	3,8			
		1,320					25,0	11,6	3,9			
		1,307	22,5	21,5	44,0	5,91	26,6	11,7	3,8			
		1,330					26,7	12,0	3,9			
		1,298					25,2	12,0	6,3			
		"					26,3	12,3	4,0			
MOYENNE.....		1,313	MOYENNE.....				26,07	12,13	3,88	643,0	652,6	

Détonations à l'air libre sur plaques de plomb (suite).

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	DÉTERMINATION du poids d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce. Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.	DIMENSIONS des empreintes après détonation. Longueur.	Largeur.	Profondeur.	VOLUME $\pi\frac{abc}{6}$ en millimèt. cubes.	VOLUME par jaugeage au mercure en mm³.	ÉCART moyen des volumes en mm³.
1° Amorces au fulminate pur (*suite*).												
Amorces au fulmt fabr. Gévelot, Paris, reçues en 1887, s. marque, charge 2g.....	fulmt pur.	g 1,990	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
		1,983					42,2	11,2	3,3			
		1,975	40,0	11,0	51,0	5,87	41,0	11,5	3,8			
		1,949					42,7	12,5	3,6			
		1,962					42,8	11,6	3,1			
	MOYENNE....	1,982		MOYENNE.....			42,8	11,5	3,42	881,4	868,0	»
2° Amorces diverses.												
Amorces allemdes, DS, force 0g80, (échantn° 2 du premier Tableau).....	Matière fulmte homogène mélange de chl. 23,2 et fulte 76,8.	Poids moyen sur 5 amorces 0g,798.	13,0	17,0	30,0	6,455	18,5	12,5	3,3	399		
							19,0	12,5	3,3	421		
							18,4	12,4	3,3	394		
							18,3	11,0	3,1	327		
							17,4	12,3	3,3	378		
							18,5	12,4	3,5	420		
							18,5	11,7	3,3	374		
							17,9	11,5	3,3	356		
							19,1	11,8	3,4	402		
							18,4	12,0	3,3	381		
				MOYENNE.....			18,4	12,0	3,3	385	401,0	22,0
Amorces SF, force 1g, Société française des Munitions (échantillon n° 4 du premier Tableau).	amorces mixtes fulminate et acide pic. séparés.	fulte g 0,16 acide pic. 0,605 0,765	16,5	18,5	35,0	6,32	21,8	11,8	3,1	417		
							20,7	11,8	3,8	486		
							21,4	11,2	3,3	514		
							20,9	11,5	3,2	403		
							21,1	10,6	3,6	421		
							21,7	10,8	3,4	417		
							21,6	12,0	3,6	488		
							21,4	11,0	3,5	431		
							19,8	19,6	3,2	352		
							21,3	11,3	3,2	403		
				MOYENNE....			21,2	11,3	3,4	433	439,0	38,0

Détonations à l'air libre sur plaques de plomb (suite et fin).

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	DÉTERMINATION du poids d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce. Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.	DIMENSIONS des empreintes après détonation. Longueur.	Largeur.	Profondeur.	VOLUME $\pi\frac{abc}{6}$ en millimèt. cubes.	VOLUME par jaugeage au mercure en mm³.	ÉCART entre les volumes en unités
2° Amorces diverses (*suite*).												
Amorces allem^des venant de la S^té franç^se des Munitions (échantillon n° 9 du 1^er Tableau) ...	amorces mixtes, fulminate chlorate et ac. pic.	g ful^te 0,21 chl^re 0,055 acide pic. 0,49 — 0,755	mm 19,0	mm 15,0	mm 34,0	mm 6,5	mm 21,4	mm 10,3	mm 2,8	323		
							22,0	12,1	3,3	460		
							23,0	12,2	3,3	485		
							23,1	12,1	2,9	424		
							23,4	11,7	3,0	430		
							22,0	10,5	2,7	326		
							22,0	11,0	2,5	317		
							22,3	11,7	3,6	492		
							23,3	12,3	3,1	465		
							23,0	12,3	3,1	459		
						MOYENNE.....	22,5	11,6	3,0	418	418,0	58.3

Les résultats fournis par les différentes amorces au fulminate peuvent se représenter par le graphique (*fig.* 2) où l'on a porté en abscisses les charges de fulminate et en ordonnées les volumes des empreintes (moyenne des chiffres obtenus dans les deux procédés d'évaluations).

Bien qu'il existe quelque incertitude sur la forme exacte de la courbe susceptible de caractériser la relation entre les volumes et les charges (ce qui s'explique par la possibilité d'erreurs relatives assez grandes dans l'évaluation de volumes très petits variant de $0^{cm^3},045$ à $0^{cm^3},880$), on voit néanmoins que cette courbe se rapproche beaucoup d'une droite dans la partie moyenne où les déterminations ont été nombreuses.

A l'aide de cette courbe, on peut effectuer facilement la comparaison des amorces composées avec les amorces au fulminate. Il suffit de déterminer les charges de fulminate qui auraient donné les mêmes empreintes que les amorces composées.

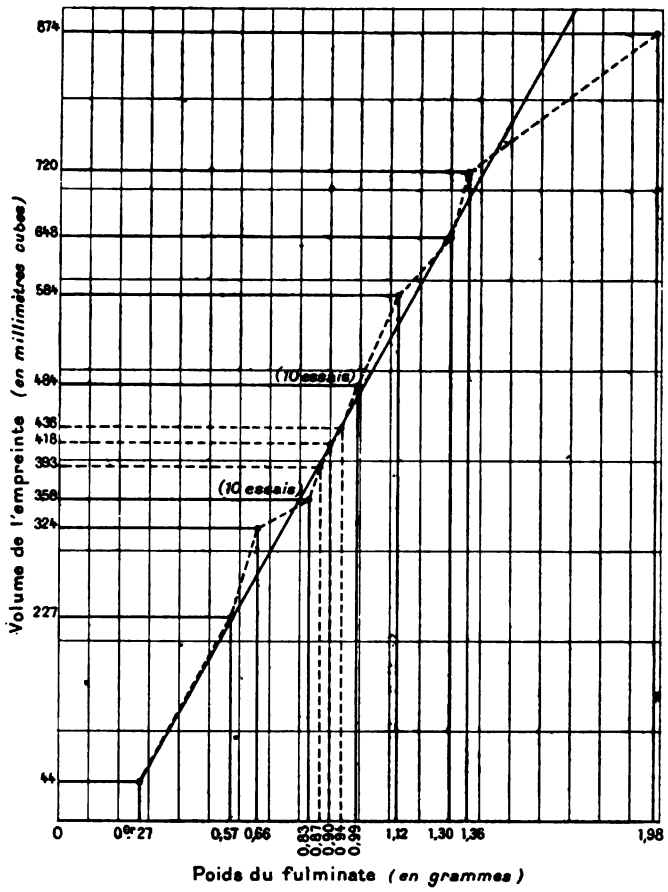
On trouve ainsi :

1° Que les amorces allemandes DS au fulminate chloraté (charge $0^g,80$) seraient équivalentes à des amorces de $0^g,87$ au fulminate pur;

2° Que les amorces mixtes SF, force 1^g (charge $0^g,75$ environ),

Fig. 2.

Détonations sur des plaques de plomb.



au fulminate et à l'acide picrique, seraient équivalentes à des amorces de $0^g,94$ de fulminate pur;

3° Que les amorces mixtes allemandes au fulminate chloraté et

à l'acide picrique (charge $0^{g},75$) seraient équivalentes à des amorces de $0^{g},90$ de fulminate pur.

En examinant les essais au point de vue de la régularité des empreintes, on est conduit aux conclusions suivantes :

1° Les amorces allemandes DS au fulminate chloraté sont très suffisamment régulières;

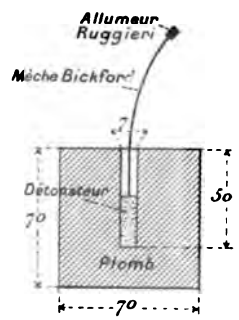
2° Les amorces ℵ au fulminate pur, les amorces mixtes SF et les amorces mixtes allemandes au fulminate chloraté et à l'acide picrique sont plus ou moins irrégulières.

B. *Essais de détonation dans des blocs de plomb.*

Ces essais ont été faits à la poudrerie de Sévran.

On a employé de petits blocs de plomb de 70^{mm} de diamètre et 70^{mm} de hauteur avec canal central de 7^{mm} de diamètre et 50^{mm} de hauteur (*fig.* 3). Le détonateur était placé dans ce canal sans

Fig. 3.



aucun bourrage; on provoquait les détonations avec une mèche Bickford et l'on mesurait, par jaugeage à l'eau, l'augmentation de volume du trou primitif. Il était facile d'évaluer ce volume au $\frac{1}{10}$ de centimètre cube près.

On a étudié, comme précédemment, d'abord des amorces au fulminate pur, de charges variables, puis des amorces composées des différents types.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le Tableau suivant :

Détonations à l'intérieur des blocs de plomb.

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	POIDS d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce.				AUGMENTATION du volume du canal central.	ÉCARTS MOYENS des augmentations du volume.	OBSERVATIONS.
			Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.			
1° Amorces au fulminate pur.									
			mm	mm	mm	mm	cm³		
Amorces ℵ, de la Société française des Munitions.....	fulminate pur.	0g,50 (poids marqué sur la boîte).	7,5	18,5	26,0	6,0	2,5 2,5 1,8 2,6 2,3		
							Moyenne..... 2,34	cm³ 0,23	
Id.	fulminate pur.	0g,75 (poids marqué sur la boîte).	11,5	16,5	28,0	6,0	4,7 3,7 4,7 4,3 4,6		
							Moyenne..... 4,4	0,32	
Amorces types de fulminate pur, provenant du Laboratoire cent. (sans marque).	fulminate pur.	0g,80 poids moyen déterminé sur 5 amorces.	»	»	»	»	3,6 3,5 4,0 5,1 5,5		
							Moyenne..... 4,34	0,768	
Amorces ℵ, de la Société française des Munitions, provenᵗ, du Laboratoire cent. (échantillon n° 3).	fulminate pur.	0g,997 poids moyen sur 5 amorces.	»	»	»	»	7,4 7,2 7,5 7,4 7,6		
							Moyenne..... 7,4	0,100	
Amorces ℵ, de la Société française des Munitions.....	fulminate pur.	1g,25 (poids marqué sur la boîte).	21,5	23,0	44,5	6,0	9,9 10,1 10,4 9,6 10.8		
							Moyenne..... 10,16	0,35	

Détonations à l'intérieur des blocs de plomb (suite).

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	POIDS d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce.				AUGMENTATION de volume du canal central.	ÉCARTS MOYENS des augmentations de volume.	OBSERVATIONS.
			Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.			
1° Amorces au fulminate pur (*suite*).									
Amorces X, de la Société française des Munitions.....	fulminate pur.	1g,50 (poids marqué sur la boîte).	mm 25,5	mm 19,0	mm 44,5	mm 6,0	cm³ 12,5 14,1 13,4 11,8 12,6		
							Moyenne..... 12,9	cm³ 0,78	
Id.	fulminate pur.	2g (poids marqué sur la boîte).	31,5	10,0	51,5	6,0	18,6 18,2 21,2 18,4 19,1		
							Moyenne..... 19,1	0,84	
2° Amorces diverses.									
Amorces allemandes, marq. DS, envoyées par le Laboratoire central des Poudres (échantillon n° 2).	fulminate 76,8 % chlor^te de K 23,2 %	0g,798 poids moyen sur 5 amorces.	13,0	17,0	30,0	6,455	8,3 8,9 8,7 8,1 8,5		Amorces mixtes.
							Moyenne..... 8,5	0,24	
Amorces SF, force 1g, de la Société française des Munitions, provenant du Laboratoire central des Poudres (échantillon n° 4).....	fulminate 0,160 ac. picr. 0,605	0g,765	16,5	18,5	35,0	6,32	12,4 12,9 13,0 12,3 7,0 10,1 9,4 11,2 9,8 10,4		
							Moyenne..... 10,8	1,5	

Détonations à l'intérieur des blocs de plomb (suite et fin).

DÉSIGNATION des amorces et provenance.	COMPOSITION de la matière fulminante.	POIDS d'explosif de l'amorce.	DIMENSIONS MOYENNES de l'amorce. Hauteur de la charge compris opercule.	Partie vide.	Longueur totale.	Diamètre extérieur.	AUGMENTATION de volume du canal central.	ÉCARTS MOYENS des augmentations du volume.	OBSERVATIONS.
2° Amorces diverses (*suite et fin*).									
Amorces allemandes envoyées par le Laboratoire central des Poudres (échantillon n° 9).....	fulm. chlor. 0,265 ac. picrique 0,490	0g,755	mm 19,0	mm 15,0	mm 34,0	mm 6,50	cm³ 13,3 7,2 13,8 7,3 10,7 13,6 11,9 9,1 10,0 9,3		Amorces mixtes.
						Moyenne.....	10,2	cm² 2,0	

NOTA. — En faisant détoner, dans des blocs de plomb de dimensions diverses, les amorces allemandes restées disponibles après les essais, on a observé une détonation incomplète. Le fulminate seul a détoné en projetant l'acide picrique.

Les résultats fournis par les amorces au fulminate pur peuvent, comme précédemment, se représenter par un graphique où les charges sont portées en abscisses et les augmentations de volume en ordonnées (*fig.* 4).

Les points représentatifs se placent assez exactement sur une ligne droite. La comparaison des amorces diverses avec les amorces au fulminate se fait facilement et conduit aux conclusions suivantes :

1° Les amorces allemandes DS au fulminate chloraté, de 0g,80, seraient équivalentes à des amorces de 1g,10 de fulminate;

2° Les amorces mixtes SF, force 1g, poids 0g,75 environ, seraient équivalentes à des amorces de 1g,30 de fulminate;

3° Les amorces allemandes au fulminate chloraté et acide

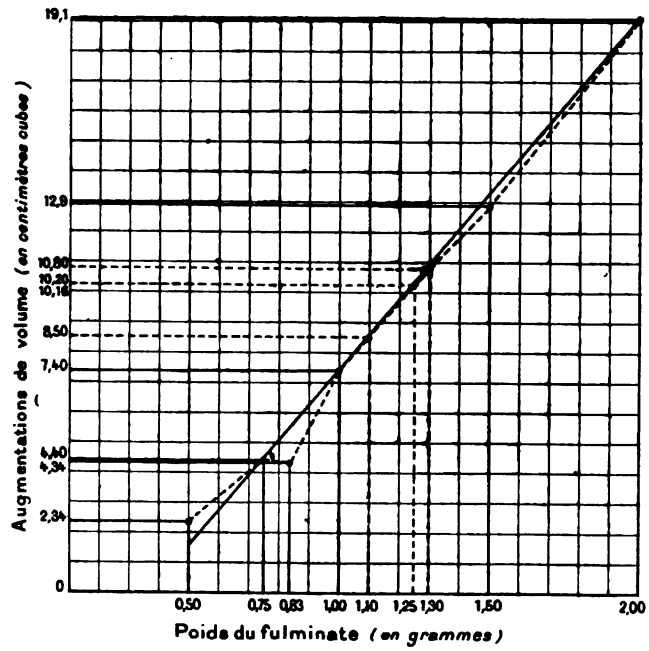
picrique (poids $0^g,75$ environ) seraient équivalentes à des amorces de $1^g,25$ de fulminate.

Au point de vue de la régularité des effets, les amorces formées d'une composition homogène (amorces au fulminate et amorces DS) paraissent sensiblement supérieures aux amorces mixtes. Les amorces mixtes allemandes ont été très irrégulières et ont même donné lieu à une détonation incomplète.

Fig. 4.

Détonations dans des blocs de plomb

(de 70^{mm} de diamètre et 70^{mm} de hauteur, avec trou central de 7^{mm} de diamètre et 50^{mm} de hauteur).



III. — COMPARAISON PRATIQUE DES DIVERS TYPES DE DÉTONATEURS.

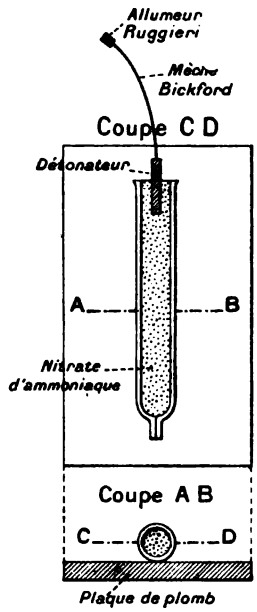
Pour comparer pratiquement les détonateurs, on les a employés à l'excitation soit de cartouches d'explosifs à base de nitrate d'ammoniaque, soit à l'amorçage de nitrate d'ammoniaque seul dans des tubes de plomb.

On a fait choix de mélanges à base de nitrate d'ammoniaque parce qu'ils étaient signalés spécialement dans la lettre de M. Le Chatelier comme donnant lieu à de fréquents ratés de détonation dans les mines grisouteuses.

Pour tous les essais comparatifs, les explosifs étaient séchés à refus, soigneusement mélangés, puis exposés 1 heure environ dans le laboratoire de Sevran, de manière à reprendre un léger taux d'humidité, variable avec les conditions atmosphériques.

On procédait alors soit à l'encartouchage des explosifs en enveloppes de papier qu'on paraffinait de suite, soit au chargement du nitrate d'ammoniaque dans les tubes de plomb (*fig.* 5).

Fig. 5.



Dans ce dernier cas, on employait un poids déterminé d'explosif pour remplir chaque tube de façon à assurer la constance de la densité de chargement. On effectuait les expériences immédiatement après la préparation des tubes, de manière à éviter autant que possible des variations dans le taux d'humidité.

Ces différentes précautions ont permis d'obtenir des résultats très réguliers et très comparables dans une même séance. Les résultats obtenus dans des séances différentes ne sont pas comparables, le taux d'humidité des explosifs essayés ayant varié avec les conditions atmosphériques.

1° *Comparaison des amorces allemandes* DS, *charge* 0^{g},80, *avec les amorces au fulminate pur.* — (Essais faits en octobre par un temps froid et sec.)

On a comparé les amorces DS (n° 2), charge 0^{g},80, à des amorces de 0^{g},83 et 1^{g} de fulminate pur. On a trouvé les résultats suivants :

a. *Détonations à l'air libre de cartouches enveloppées de papier.*

DOSAGE des cartouches.	DÉSIGNATION des amorces.	NOMBRE des essais.	RÉSULTATS DES ESSAIS.
100 { 98,65 nitrate d'ammoniaque. 1,35 trinitronaphtaline.	amorces au fulminate pur, de 0^{g},83.	5	Dans tous les essais, la détonation est limitée au voisinage de l'amorce.
Id.	amorces au fulminate pur, de 1^{g}.	5	1 détonation complète. 2 détonations partielles. 2 détonations incomplètes limitées au voisinage de l'amorce.
Id.	amorces allem. DS, ch. 0^{g},80.	5	Détonation limitée au voisinage de l'amorce dans tous les essais.
100 { 98,5 nitrate d'ammoniaque. 1,5 trinitronaphtaline.	amorces au fulminate de 0^{g},83	5	Id.
Id.	amorces allem. DS, ch. 0^{g},80.	5	Détonation complète dans tous les essais.
100 { 98,35 nitrate d'ammoniaque. 1,65 trinitronaphtaline.	amorces au fulminate de 0^{g},83	5	Id.

b. *Détonations à l'air libre de nitrate d'ammoniaque chargé dans des tubes de plomb.*

COMPOSITION de l'explosif.	DÉSIGNATION de l'amorce.	LONGUEUR de propagation de la détonation.	ÉCART MOYEN.
		cm	
Nitrate d'ammoniaque tamisé à $1^{mm},6$.	amorces au fulminate pur, de $0^{g},83$ (poids moyen).	7,8	0,2
		9,3	1,3
		8,3	0,3
		8,3	0,3
		6,9	1,1
		7,5	0,5
		7,5	0,5
		7,5	0,5
		8,5	0,5
		8,5	0,5
	Moyenne.. ..	8,0	0,57
Id.	amorces DS, au fulminate chloraté, charge $0^{g},80$.	9,0	0,3
		9,0	0,3
		9,0	0,3
		9,0	0,3
		9,3	0,6
		8,0	0,7
		8,0	0,7
		8,5	0,2
		8,5	0,2
		8,5	0,2
	Moyenne.....	8,7	0,38

Les Tableaux précédents montrent que les amorces allemandes DS, charge $0^{g},80$, se classent entre les amorces au fulminate pur de $0^{g},83$ et celles de 1^{g} dans tous les essais d'amorçage (cartouches enveloppées de papier ou explosifs en tubes de plomb).

Les amorces au fulminate chloraté ont donné des résultats au moins aussi réguliers que les amorces au fulminate pur.

2° *Comparaison des amorces mixtes* SF, *force* 1^{g}, *et allemandes avec les amorces au fulminate pur.* — (Essais faits en septembre par un temps très humide.)

On a comparé les deux types d'amorces mixtes (charge $0^{g},75$

environ) à des amorces de 1^{g} de fulminate auxquelles les fabricants les avaient assimilées au point de vue de la force.

Les résultats obtenus sont indiqués dans les Tableaux suivants :

a. *Détonations à l'air libre de cartouches enveloppées de papier.*

COMPOSITION des cartouches.	DÉSIGNATION des amorces.	NOMBRE des essais.	OBSERVATIONS.
100 { 98,4 nitrate d'ammoniaque. 1,6 trinitronaphtaline.	amorces ℵ, au fulminate pur, de 1^{g}.	5	Détonation limitée au voisinage de l'amorce dans tous les essais.
Id.	amorces mixtes SF (force 1^{g}), poids de la ch^{ge} 0^{g},765 (échantillon n° 4 du Labor. cent.).	5	Id. Empreinte un peu plus marquée qu'avec les amorces ℵ.
Id.	amorces allem. fulm. chloraté et ac. picrique (poids 0^{g},755) (échant. n° 9 du Labor. cent.).	5	Id. Empreinte intermédiaire entre celles des amorces SF et ℵ.
100 { 98,25 nitrate d'ammoniaque. 1,75 trinitronaphtaline.	amorces ℵ, de 1^{g}.	10	8 détonations complètes. 2 détonations incomplètes limitées au voisinage de l'amorce.
Id.	am. SF (échantillon n° 4).	10	Détonation complète dans tous les essais. Sillon plus net qu'avec les amorces ℵ.
Id.	amorces allem. (échant. n° 9).	10	9 détonat. complètes. Sillons intermédiaires entre ceux des amorces ℵ et ceux des amorces SF. 1 détonation incomplète, limitée au voisinage de l'amorce.

b. *Détonations à l'air libre de nitrate d'ammoniaque chargé dans des tubes de plomb.*

COMPOSITION de l'explosif.	DÉSIGNATION des amorces.	LONGUEUR de propagation de la détonation.	ÉCART MOYEN.
		cm	
Nitrate d'ammoniaque tamisé à 1mm,6.	amorces ℵ, 1g.	7,0	0,2
		7,0	0,2
		7,0	0,8
		6,0	0,2
		7,0	0,2
	Moyenne.....	6,8	0,3
Id.	amorces SF (éch. n° 4).	10,0	0,5
		10,0	0,5
		11,0	1,5
		9,0	0,5
		7,5	2,0
	Moyenne.. ..	9,5	1,0
Id.	amorces allemandes (échantillon n° 9).	9,0	1,4
		9,0	1,4
		6,0	1,6
		5,0	2,6
		9,0	1,4
	Moyenne.....	7,6	1,7

On voit, d'après ces résultats, que les amorces mixtes SF et allemandes à l'acide picrique (charge de 0g,75 environ) sont un peu supérieures à des amorces au fulminate pur de 1g. Leur supériorité, au moins pour les amorces SF, paraît s'accentuer dans les essais en tubes résistants.

Ces derniers essais ont montré que les amorces au fulminate pur étaient sensiblement plus régulières que toutes les amorces mixtes et surtout que les amorces allemandes.

IV. — Comparaison des résultats obtenus dans les différents essais et discussion des modes d'épreuves.

La comparaison des résultats obtenus dans les essais théoriques et pratiques permet d'apprécier la valeur des deux épreuves de

laboratoire employées pour l'évaluation soit de l'efficacité soit de la régularité des détonateurs.

1° *Efficacité.* — On peut prendre sans grande erreur, comme mesure de l'efficacité réelle dans les conditions ordinaires d'emploi, la moyenne des résultats fournis par les essais d'amorçage à l'air libre et d'amorçage en tubes de plomb.

Dans ces conditions, les amorces DS, force $0^g,80$, seraient sensiblement équivalentes à des amorces au fulminate de $0^g,90$; les amorces SF, force 1^g, à des amorces de $1^g,10$ et les amorces allemandes mixtes à des amorces de $1^g,05$.

En comparant ces résultats à ceux des essais théoriques, on obtient le Tableau suivant :

Évaluation de la force (en grammes de fulminate pur) des différents détonateurs composés.

DÉSIGNATION des détonateurs.	FORCE déduite des essais pratiques.	FORCE déduite des essais théoriques : sur plaques de plomb.	FORCE déduite des essais théoriques : dans des blocs de plomb.	OBSERVATIONS.
Amorces allemandes DS au fulminate chloraté (poids $0^g,80$).	0,90	0,87	1,10	
Amorces mixtes SF, dites force 1^g, fulminate et ac. picrique juxtaposés (poids total $0^g,765$, échantillon n° 4).	1,10	0,94	1,30	Moyenne des deux évaluations théoriques : $\frac{0.94+1,30}{2} = 1^g,12$.
Amorces mixtes allemandes fulminate chloraté et ac. picrique juxtaposés (poids total $0^g,755$, échantillon n° 9).	1,05	0,90	1,25	Moyenne des deux évaluations théoriques : $\frac{0.90+1,25}{2} = 1^g,07$.

On voit que :

1° Pour les amorces DS (au fulminate chloraté), la force réelle en fulminate se trouve évaluée avec une exactitude suffisante dans

les essais sur le plomb (les essais à l'intérieur de blocs de plomb conduiraient à des évaluations notablement exagérées);

2° Pour les amorces mixtes à l'acide picrique (amorces SF et allemandes), la force véritable en fulminate n'est évaluée exactement dans aucun des deux procédés théoriques. Les essais sur le plomb conduisent à des évaluations trop faibles et les essais dans le plomb à des évaluations trop fortes. La moyenne des deux évaluations se rapproche suffisamment de la réalité.

En définitive, *l'essai de détonation sur le plomb, employé seul ou complété par l'essai dans les blocs de plomb (suivant les cas), permet d'évaluer assez exactement la force des détonateurs employés.*

2° *Régularité.* — L'essai pratique d'amorçage de nitrate d'ammoniaque en tubes de plomb permet d'apprécier le degré de régularité des différents détonateurs étudiés. On peut prendre comme mesure de cette régularité l'inverse de l'écart moyen des longueurs de propagation.

De même, dans les essais théoriques on peut mesurer la régularité par les inverses des écarts moyens des volumes soit sur le plomb, soit à l'intérieur du plomb.

La comparaison des divers résultats donne le Tableau suivant :

Évaluation de la régularité des différents détonateurs étudiés.

DÉSIGNATION des détonateurs.	ÉCARTS MOYENS trouvés dans les essais : d'amorçage de nitrate d'ammoniaque en tubes de plomb.	ÉCARTS MOYENS trouvés dans les essais : de détonation sur le plomb.	ÉCARTS MOYENS trouvés dans les essais : de détonation à l'intérieur de blocs de plomb.	MESURE DE LA RÉGULARITÉ par les différents essais en prenant comme unité la régularité des amorces de 1g de fulminate. Essais d'amorçage de nitrate d'ammoniaque en tubes de plomb.	Essais de détonation sur le plomb.	Essais de détonation à l'intérieur de blocs de plomb.
Détonateurs au fulminate pur, de 0g,83.	0cm,57 10 essais.	49mm² 10 essais.	768mm² 5 essais.	0,55	0,91	0,130
Id. de 1g.	0cm,30 15 essais.	45mm² 10 essais.	100mm² 5 essais.	1,00	1,00	1,000
Détonateurs DS, au fulminate chloraté, de 0g,80 (échantillon n° 2).	0cm,38 10 essais.	22mm² 10 essais.	240mm² 5 essais.	0,81	2,04	0,421
Détonateurs mixtes SF, de 0g,765 [fulminate et ac. picr. juxtaposés (échantillon n° 4)].	1cm,0 5 essais.	38mm² 10 essais.	1500mm² 10 essais.	0,30	1,23	0,070
Détonateurs mixtes allemands, de 0g,755 [fulminate, chlorate et acide picr. juxtaposés (échantillon n° 9)].	1cm,7 5 essais.	58mm² 10 essais.	2000mm² 10 essais.	0,18	0,77	0,050

On voit, par ce Tableau, que l'essai dans les blocs de plomb et l'essai d'amorçage de nitrate d'ammoniaque classent dans le même ordre, au point de vue de la régularité, les détonateurs étudiés :

1° Amorces au fulminate pur, de 1g;

2° Amorces DS au fulminate chloraté, de 0g,80;

3° Amorces au fulminate pur, de 0g,83;

4° Amorces mixtes SF, de 0g,765;

5° Amorces mixtes allemandes, de 0g,755.

L'essai dans le plomb accentue, toutefois, les différences.

En définitive, l'*essai dans des blocs de plomb renseigne,*

d'une façon pratique, sur la régularité d'un type quelconque de détonateurs.

V. — Résumé et conclusions.

Résumé. — On a comparé aux détonateurs formés de fulminate pur trois types de détonateurs composés, à savoir :

Des détonateurs DS, renfermant un mélange de quatre parties de fulminate de mercure et une partie de chlorate de potasse ;

Des détonateurs SF, renfermant du fulminate de mercure et de l'acide picrique juxtaposés;

Des détonateurs allemands renfermant du fulminate chloraté et de l'acide picrique juxtaposés.

Les essais ont montré que :

1° *Au point de vue de l'efficacité*, les détonateurs composés ne sont pas inférieurs aux détonateurs renfermant du fulminate pur (les amorces DS, charge $0^g,80$, ont été au moins équivalentes aux amorces de $0^g,80$ de fulminate, et les amorces mixtes SF et allemandes, charge $0^g,75$ environ, ont été légèrement supérieures aux amorces de 1^g de fulminate);

2° *Au point de vue de la régularité*, certains détonateurs sont très défectueux. (Les détonateurs mixtes allemands ont été irréguliers dans tous les essais et ont même donné lieu à un raté. Les détonateurs mixtes SF et les détonateurs au fulminate pur de $0^g,80$ ont été peu réguliers dans les détonations à l'intérieur du plomb et dans l'amorçage du nitrate d'ammoniaque en tubes résistants.)

Conclusions. — En conséquence, la Commission estime que, pour obtenir des garanties sérieuses au point de vue de l'amorçage des explosifs, il conviendrait de contrôler la régularité des détonateurs plutôt que de faire choix de compositions fulminantes déterminées.

L'essai des détonateurs dans de petits blocs de plomb (avec jaugeage à l'eau des globes formés et calcul de l'écart moyen des volumes) paraît de nature à permettre une détermination pratique de la régularité.

La Commission signale, en outre, qu'il y aurait intérêt, comme

le proposait la lettre de M. Le Chatelier, à exiger l'inscription, sur les boîtes de détonateurs, du poids et de la nature de la matière fulminante. Il importe, en effet, bien que les compositions fulminantes étudiées précédemment aient été reconnues satisfaisantes, d'établir la possibilité d'un contrôle et d'éviter l'emploi de compositions nouvelles dont l'efficacité n'aurait pas été vérifiée par des essais préalables.

Le Rapporteur,

L. LHEURE.

NOTE SUR LES PERTES D'ÉNERGIE

DANS LES TRANSMISSIONS TÉLÉDYNAMIQUES

ET

DANS LES TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES;

PAR

M. VENNIN,

Ingénieur des Poudres et Salpêtres.

L'objet de cette Note est de fournir quelques indications qui permettent d'établir, dans chaque cas particulier, les rendements probables de deux transmissions, télédynamique et électrique, étudiées comparativement en vue de la commande des appareils d'un même groupement d'usines à poudre, abstraction faite de toutes questions de commodité et de dépense d'installation ou d'entretien qui seraient l'objet de recherches d'un autre ordre. Nous allons donc essayer d'évaluer, approximativement, les différentes pertes d'énergie dans ces transmissions.

I. — TRANSMISSIONS TÉLÉDYNAMIQUES.

Les indications qui suivent se rapportent seulement aux transmissions composées uniquement de câbles et de poulies de renvoi, de supports ou de relais, sans interposition d'aucun engrenage, que la transmission soit rectiligne ou non, mais faiblement inclinée, et indépendamment des organes de transmission qui, dans le transport de l'énergie, précèdent ou suivent les câbles.

Avec ces conditions restrictives, les causes principales de perte d'énergie dans ces transmissions semblent ne pouvoir être que les suivantes :

1° Déformation des fils métalliques des câbles;

2° Oscillation des câbles;

3° Frottements intérieurs dans les déformations des câbles;

4° Modifications, par la raideur, des moments moteur et résistant;

5° Frottement des câbles sur les poulies;

6° Frottement aux tourillons des arbres des poulies;

7° Résistance de l'air au mouvement des poulies.

On évaluera l'importance relative de chacune de ces résistances passives *pour un câble* et *pour une poulie,* par le pourcentage ϖ de la perte, rapport de la quantité d'énergie perdue à la centième partie de la puissance du câble.

Puissance nominale d'un câble. — Pour donner aux calculs une forme simple, on a choisi, pour la définition de la puissance nominale des câbles, les conditions d'établissement suivantes :

1° Vitesse V du câble, 25^{m} par seconde;

2° Flèche f des deux brins du câble au repos, $\frac{1}{40}$ de la portée $\left(m = \frac{f}{l} = \frac{1}{40}\right)$;

3° Rapport K des tensions θ_1 et θ_2, par millimètre carré, du brin conducteur et du brin conduit, égal à 1,85 (valeur presque égale au rapport des deux flèches);

4° Charge de sécurité, 15^{kg} par millimètre carré.

La charge maxima comprend la tension θ_1 et la fatigue σ due à la flexion, qui est maxima aux points les plus éloignés du centre de la poulie. Mais l'expérience même montre que l'effort σ ne peut avoir, pour un câble constitué de fils disposés en hélice et capable de se déformer, la même valeur $\sigma = \frac{e.\delta}{2R}$, que pour un fil dont le coefficient d'élasticité serait e, le diamètre δ et le rayon de courbure R. Aussi admettrons-nous, pour les câbles, la valeur indiquée par le professeur allemand Bach (1)

$$\sigma = \frac{3}{8} \cdot \frac{e\delta}{2R} \qquad (e = 20000).$$

(1) *Éléments de machines. Calcul et construction,* par BACH, professeur à l'École technique supérieure de Wurtemberg; Paris, Béranger.

Les conditions énoncées sont communément réalisables et voisines de celles que M. Léauté (¹) a choisies pour la définition des câbles-limites de portée moyenne. De ces données on déduit, en utilisant, par exemple, les formules de M. Léauté, l'expression suivante de la puissance nominale N en chevaux, p étant le poids de 1^m de câble et L la portée en centaines de mètres :

$$N = 114pL$$

$$\left(\text{plus généralement, la puissance maxima du câble est } \mathfrak{N} = \frac{N}{40m}\cdot\frac{V}{25}\right).$$

La section Ω de fer du câble, exprimée en millimètres carrés, peut, en moyenne, se déduire du poids p, par la formule expérimentale

$$\Omega = 114p \qquad \text{d'où} \qquad N = \Omega L$$

et les tensions totales T_1 et T_2 des deux brins, égales à $\Omega\theta_1$ et $\Omega\theta_2$ sont liées entre elles et à la puissance nominale par les relations évidentes

$$\frac{T_1}{T_2} = 1{,}85 \qquad \text{et} \qquad T_1 - T_2 = \frac{75N}{25}$$

$$\left(\text{plus généralement, } T_1 - T_2 = \frac{75}{25}\cdot\frac{N}{40m}\right);$$

on en déduit

$$T_1 - T_2 = 3N, \quad T_1 + T_2 = 10N, \quad T_1 = 6{,}5N, \quad T_2 = 3.5N \quad \text{et} \quad \theta_1 = 6{,}5L.$$

Déformations des fils. — Lorsqu'un fil métallique subit une variation de tension ou de courbure, il se déforme et il est évident que, dans le cas des fils de câbles, la limite d'élasticité n'est jamais dépassée; par suite, la perte d'énergie résultant de ces déformations est extrêmement petite et il semble inutile d'en indiquer le calcul. On sait, d'ailleurs, que le physicien Edlund, ayant cherché à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur, en faisant subir à un fil métallique des déformations *lentes*, a dû y renoncer après avoir constaté que la chaleur dégagée correspondant au cycle parcouru n'était pas mesurable.

Oscillations. — Le calcul ne semble pas permettre de déter-

(¹) *Théorie générale des transmissions télédynamiques*, par M. Léauté; Paris, Gauthier-Villars.

miner, d'une façon simple, l'énergie nécessaire pour engendrer une oscillation d'un câble, mais c'est un fait d'expérience que de tels mouvements peuvent être déterminés avec une très faible dépense d'énergie. Ces mouvements dus, les uns aux variations du couple résistant, les autres aux défauts de construction des poulies ou de montage de la transmission, sont transformés par suite de l'élasticité du câble en mouvements analogues à ceux d'une corde vibrante. Il y a travail de flexion du câble, mais avec un rayon de courbure trop grand pour qu'il soit important et frottement aux butées des tourillons, dans le cas d'oscillations latérales. Ce frottement produit une résistance dont le pourcentage semble rester inférieur à 0,01 pour 100.

Frottements intérieurs. — Lorsqu'un câble s'enroule sur une poulie, il se déforme, avec une dépense de travail en frottement manifestée par une usure des fils qui n'est sensible qu'au voisinage des points où les torons se touchent. On a essayé d'apprécier l'ordre de grandeur probable de cette perte. Pour la déterminer, il faut connaître la valeur du déplacement relatif des fils, la pression qui s'exerce entre eux et le coefficient de frottement.

Le calcul du déplacement relatif des fils dans la flexion semblant devoir être complexe, on s'est borné à des mesures expérimentales qui ont porté sur des câbles ayant servi; lorsqu'on pose un câble neuf, il s'allonge d'abord notablement en comprimant les âmes en chanvre jusqu'à ce que les fils métalliques arrivent au contact les uns des autres : c'est évidemment sur des câbles remplissant cette condition qu'il fallait opérer.

En pratique, on admet, pour un câble de diamètre Δ, un rayon de courbure R, tel que la courbure relative $C = \frac{\Delta}{R}$ soit inférieure, généralement à $\frac{1}{70}$ et toujours à $\frac{1}{50}$; mais, dans ces conditions, le déplacement relatif des torons est trop petit pour être mesurable par les moyens primitifs dont nous disposions : aussi a-t-on donné aux câbles des courbures beaucoup plus grandes et vérifié que les déplacements semblaient être proportionnels, à la fois, à la courbure relative et au diamètre du câble. En outre, comme il n'a pas été possible de distinguer des déplacements relatifs des fils d'un même toron, on les considère comme négligeables par rapport aux premiers.

Les principales mesures ont été faites sur un câble de 15^{mm} de diamètre, composé de 48 fils de $1^{mm},2$, groupés en six torons.

On a constaté qu'avec un rayon de courbure R de 200^{mm}, le déplacement maximum des fils en contact de deux torons voisins, qui se croisent nettement sous un angle voisin de 30°, était de $1^{mm},0$ dans le plan de symétrie du câble courbé et toujours nul sur la ligne neutre de chaque section.

On peut donc compter $0^{mm},5$ comme déplacement moyen des n points de contact de chaque section (n pouvant être considéré comme égal au nombre des torons) et, pour le cas d'une autre courbure ou d'un câble différent, le déplacement pourra se représenter par la formule approximative $\varepsilon \sim \frac{\Delta C}{2,25}$ (le signe $\sim$ représente une égalité approximative).

D'autre part, la pression qui s'exerce entre les points en contact peut s'évaluer si l'on admet que la tension d'un brin de câble reste constante au voisinage du point d'enroulement et qu'elle peut se décomposer intégralement en tractions suivant les torons et en pressions entre eux, pressions que nous supposerons d'abord égales. Dans une section droite du câble, on décompose, pour chacun des n torons, la $n^{ième}$ partie de la tension totale T, en tension dirigée parallèlement à l'axe du toron et en pression P suivant la normale commune aux torons en contact. Les points de contact sont répartis sur des hélices dont le cercle de base passe sensiblement par les centres des torons. Son diamètre Δ' est, au diamètre Δ du câble, dans le rapport $\frac{2}{3}$ environ $\left(\frac{\Delta'}{\Delta} \sim \frac{2}{3}\right)$. On a trouvé également un rapport approximativement constant entre le pas h des hélices et le diamètre du câble : $h \sim 7\Delta$; on en déduit $h \sim 10,5\Delta'$. La propriété géométrique fondamentale de l'hélice donne la relation

$$\frac{P}{\frac{T}{n}} = \frac{\pi\Delta'}{h}\sqrt{1+\frac{\pi^2\Delta'^2}{h^2}},$$

d'où, en remplaçant les lettres par leur valeur,

$$P \sim 0,3\frac{T}{n}.$$

La valeur de la pression P ainsi calculée semble d'ailleurs devoir

être un maximum pour la moyenne des pressions dans chaque section.

Quant au coefficient de frottement, sa valeur dépend de l'état du câble et de la pression, mais on peut toujours lui attribuer 0,4 comme valeur maxima; il est possible qu'elle soit, en réalité, notablement plus faible, surtout pour des câbles bien graissés.

Dans ces conditions, le travail du frottement en un point de contact est, en kilogrammètres,

$$0{,}4 \times 0{,}3 \frac{T}{n} \times \frac{\Delta C}{2{,}25} \times \frac{1}{1000}.$$

Mais, si a est le nombre des points de contact de deux torons voisins sur la longueur h, nombre qui a été trouvé compris entre 18 et 40 pour des câbles de 6^{mm} à 25^{mm} et de 36 à 96 fils, il passe, par seconde, en un point, pour le câble qui se meut à la vitesse V mètres, un nombre de contacts égal à

$$an\frac{V}{h} \times 1000 \qquad \text{ou} \qquad \frac{anV}{7\Delta} \times 1000,$$

et, par suite, la somme des quantités d'énergie dépensées pour l'enroulement et pour le déroulement d'un câble sur une poulie est égale à

$$\frac{0{,}4 \times 0{,}3a.V.C(T_1 + T_2)}{2{,}25 \times 7},$$

en kilogrammètres par seconde.

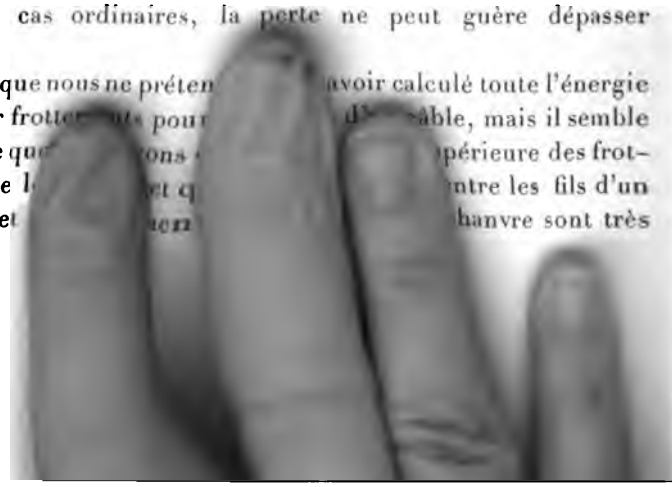
Or, la puissance du câble est égale à $(T_1 - T_2)V$ kilogrammètres par seconde. Le pourcentage de perte est donc égal à

$$\varpi = 0{,}75.a\,C\left(\frac{T_1 + T_2}{T_1 - T_2}\right) \qquad \text{ou} \qquad \varpi = 2{,}5a.C.$$

Le maximum a lieu pour $a = 40$ et $C = \frac{1}{50}$, $\varpi_M = 2$ pour 100.

Dans les cas ordinaires, la perte ne peut guère dépasser 1 pour 100.

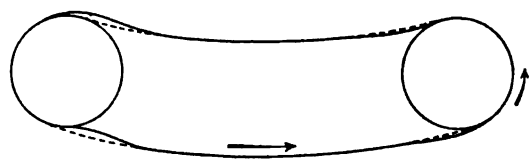
Il est clair que nous ne préten[illegible] avoir calculé toute l'énergie dépensée par frott[illegible] pour [illegible] câble, mais il semble très probable qu[illegible] ons [illegible] périeure des frottements entre l[illegible] et q[illegible] ntre les fils d'un même toron et [illegible] hanvre sont très



faibles par rapport aux premiers, d'après la façon dont les câbles s'usent.

Modifications des moments moteur et résistant. — La raideur des câbles détermine, en outre du travail dépensé en frottement, une autre cause de perte d'énergie, en modifiant le bras de levier de la puissance ou de la résistance, qui devrait être théoriquement égal au rayon R des poulies. Il est facile de voir que, *dans le mouvement*, la raideur a pour effet de substituer à la chaînette, forme théorique du câble figurée en traits pointillés sur la figure 1, la courbe en traits pleins, dont les déformations ont été exagérées

Fig. 1.



Influence de la raideur sur la forme d'un câble en mouvement.

pour les rendre plus visibles.

Soient ε_1 et ε_2 les petites variations des bras de levier et $\mathfrak{P}R$ le moment inconnu de la puissance transmise; l'équation des moments peut s'écrire

$$\mathfrak{P}R = T_1(R - \varepsilon_1) - T_2(R + \varepsilon_2),$$

d'où

$$\mathfrak{P} = T_1 - T_2 - \frac{1}{R}(\varepsilon_1 T_1 + \varepsilon_2 T_2).$$

Le professeur allemand Keller (1), qui indique ce mode de calcul de la raideur, donne, comme résultat moyen d'une série d'expériences, les formules

$$\varepsilon_1 \sim \varepsilon_2 \sim \frac{\Delta^2}{250},$$

Δ étant le diamètre du câble en millimètres. On en déduit

$$\mathfrak{P} = T_1 - T_2 - \frac{\Delta^2}{250R}(T_1 + T_2);$$

mais, nous savons que

$$T_1 + T_2 = 3{,}33(T_1 - T_2),$$

(1) *Calcul des transmissions,* par KELLER, professeur à Karlsruhe; Paris, Béranger.

par suite

$$\mathcal{P} = (T_1 - T_2)\left(1 - \frac{\Delta}{75}\frac{\Delta}{R}\right).$$

Le pourcentage de cette perte est donc, par poulie,

$$\varpi = 1{,}33\,\Delta C.$$

Le pourcentage maximum, correspondant à un câble de 30^{mm} et à $C = \frac{1}{50}$, serait $\varpi_M = 0{,}8$ pour 100, mais il ne semble pas devoir dépasser ordinairement 0,5 pour 100.

Ce calcul est certainement très approximatif, puisqu'il ne tient compte ni de l'influence de la tension, ni de la grosseur des fils.

Frottement du câble sur les poulies. — Normalement, le câble ne doit pas glisser sur les poulies, à part le petit déplacement dû à la flexion et à l'élasticité du câble, glissement que Reuleaux (1) évalue à $\frac{1}{50000}$. D'ailleurs, l'usure très lente des garnitures en cuir des poulies, lorsque les câbles ont un mouvement régulier, prouve le peu d'importance de cette cause de perte d'énergie. Au contraire, elle atteint certainement une valeur notable et proportionnelle au glissement lorsque le fonctionnement du câble devient mauvais, notamment lorsque la puissance à transmettre est trop grande ou trop irrégulière.

Frottement aux tourillons des arbres des poulies. — Reuleaux mentionne que « des expériences faites par la Société industrielle de Mulhouse ont prouvé que les pertes des transmissions télédynamiques sont faibles et semblent dépendre principalement des frottements des divers axes à leurs tourillons ». Ajoutons que des expériences entreprises à la Poudrerie de Saint-Médard ont donné, jusqu'à présent, le même résultat.

Nous venons de montrer que les autres résistances passives sont, en effet, peu importantes en général, sans que l'influence de la raideur et celle des frottements intérieurs des câbles soient cependant négligeables, les calculs qui suivent confirment qu'au contraire les frottements aux tourillons sont généralement plus importants. On cherchera d'abord la valeur de la pression totale Q

(1) *Le constructeur. Organes de machines,* par REULEAUX, professeur à l'École Polytechnique de Berlin; Paris, Savy.

sur les tourillons, qui est la résultante du poids de la poulie avec son arbre et des tensions totales des câbles qu'elle porte, aux points où ils quittent la poulie.

Soient α_0, α_1, α_2 les angles, avec l'horizontale, des deux brins au repos et des brins conducteur et conduit en mouvement (abstraction faite de la déformation due à la raideur); m_0, m_1, m_2, les valeurs correspondantes des flèches relatives. L'assimilation de la chaînette à un arc de cercle donne les relations

$$\sin\alpha = 4m \qquad \text{et} \qquad 2m_0^2 = m_1^2 + m_2^2.$$

Pour obtenir des formules qui n'aient pas à être modifiées avec la flèche véritablement employée, nous adopterons les valeurs

$$\sin\alpha_1 = \frac{0,77}{10} \qquad \text{et} \qquad \sin\alpha_2 = \frac{1,43}{10}$$

qui correspondent à la valeur moyenne $m = \frac{1}{35}$ et qui donnent des expressions plus simples.

En tenant compte des relations indiquées plus haut entre les tensions et la puissance nominale, on obtient facilement les formules suivantes pour la pression totale Q :

1° Cas d'une poulie de relais, de poids P_1, à une gorge, portant un câble de puissance nominale N :

$$Q_1 = \sqrt{(P_1 + N)^2 + 100N^2};$$

2° Cas d'une poulie de relais, de poids P_2, à deux gorges, portant deux câbles de puissances N et N' ($N' \leq N$) :

$$Q_2 = \sqrt{(P_2 + N + N')^2 + 100(N - N')^2};$$

3° Cas d'un galet-support de poids P', soutenant un brin conducteur ou un brin conduit :

$$Q' = P' + N.$$

4° Cas d'un galet de renvoi, avec deux brins verticaux :

Brins ascendants... $Q''_1 = P'' - 10N$

Brins descendants.. $Q''_2 = P'' - 10N$

5° Cas d'un galet de renvoi avec un seul brin vertical :

Brin conducteur ascendant ...	$Q_1''' = \sqrt{(P''' - 5{,}5\,N)^2 + 42\,N^2}$
Brin conducteur descendant ..	$Q_2''' = \sqrt{(P''' + 7{,}5\,N)^2 + 42\,N^2}$
Brin conduit ascendant.....	$Q_3''' = \sqrt{(P''' - 2{,}5\,N)^2 + 12\,N^2}$
Brin conduit descendant	$Q_4''' = \sqrt{(P''' + 4{,}5\,N)^2 + 12\,N^2}$

Dans toutes ces formules, on a remplacé $\cos\alpha$ par l'unité dont il diffère toujours de moins de 2 pour 100. Pour une même tension totale, les variations extrêmes de m ($\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{50}$) font varier les valeurs de Q au plus de 5 pour 100, sauf dans le cas des galets-supports où l'écart est plus notable. Enfin, dans le poids de la poulie, on compte celui de l'arbre qui la porte, dont on ne considère qu'une partie assez courte, munie de deux tourillons de rayon r.

Il ne reste plus qu'à déterminer le travail de frottement dû à cette pression. Au lieu de la formule classique

$$\mathfrak{C} = \frac{\pi}{2}\,\frac{r}{R}\,QVf$$

qui correspond à des coussinets et des tourillons neufs, on emploiera la suivante que le professeur Bach a déduite d'une théorie plus complète appuyée sur l'expérience et qui correspond au cas de coussinets et tourillons usagés

$$\mathfrak{C} = \frac{4}{\pi}\,\frac{r}{R}\,QVf,$$

en kilogrammètres par seconde, f étant le coefficient de frottement.

Quant à la valeur du coefficient f, elle peut varier de 0,05 à 0,2; c'est une fonction très complexe et encore mal définie de la vitesse de glissement, de la température et de la pression, par unité de surface, indépendamment de la valeur de la constante relative au mode de graissage, à l'état et à la nature des métaux en présence.

Les conditions d'établissement qui permettent de diminuer la valeur de f ne sont donc pas indifférentes : il semble résulter de la discussion des études dont nous avons eu connaissance (1) et d'expériences faites à la Poudrerie de Saint-Médard que, dans les

(1) Notamment : *Revue de Mécanique,* novembre 1900; *Génie civil,* 13 décembre 1902 et 17 janvier 1903.

conditions ordinaires d'installation des transmissions [vitesse (v), $0^m,50$ à 1^m; pression (p) par centimètre carré, 1^{kg} à 5^{kg}; température (b), 0° à 50°], les valeurs de f peuvent être représentées par une équation de la forme

$$f = K \frac{v^\alpha}{b^\beta p^\gamma},$$

α et γ étant au plus égaux à $0,5$ dont ils semblent être, en général, voisins, et β compris entre $0,5$ et 1. La nature de l'huile a quelque influence sur la valeur de K, mais la nature du métal des coussinets semble n'avoir d'influence notable que pour des vitesses plus petites ou plus grandes. Notons également ce fait intéressant que l'exposant α change de signe pour les vitesses inférieures à $0^m,30$ environ ou supérieures à 5^m.

Ces considérations montrent qu'il y a un intérêt notable à donner aux tourillons un diamètre aussi petit que possible.

Elles semblent indiquer aussi qu'il est désavantageux d'allonger la portée des paliers (à moins que l'on ait à craindre un trop grand échauffement), puisqu'il en résulte une diminution de la pression unitaire; mais cette conclusion a besoin de nouvelles vérifications expérimentales, car certains expérimentateurs, Reuleaux notamment, sont arrivés à une conclusion contraire.

Pour simplifier la discussion des résultats, nous donnerons à f la valeur moyenne $f = 0,1$, qui est souvent trouvée dans les conditions ordinaires des transmissions (nous avons souvent trouvé des valeurs comprises entre $0,07$ et $0,12$), et au rapport $\frac{r}{R}$ la valeur moyenne $\frac{1}{25}$ (ce rapport varie pratiquement de $\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{30}$).

Avec ces données particulières, le pourcentage de perte par poulie est donné par l'expression

$$\varpi = 0,17 \frac{Q}{N}$$

pour une poulie à un câble, ou par

$$\varpi = 0,17 \frac{Q}{N + N'}$$

pour une poulie à deux câbles et, dans ce cas, on peut attribuer à chacun la fraction proportionnelle à sa puissance

$$0,17 \frac{Q}{N + N'} \frac{N}{N + N'} \quad \text{et} \quad 0,17 \frac{Q}{N + N'} \frac{N'}{N + N'}.$$

En remplaçant Q par les expressions précédemment indiquées, on obtient, pour le pourcentage de perte, les formules suivantes :

1° Poulie de relais à une gorge,

$$\varpi_1 = 0,17\sqrt{\left(\frac{P_1}{N}+1\right)^2+100};$$

2° Poulie de relais à deux gorges (total pour les deux câbles),

$$\varpi_2 = 0,17\sqrt{\left[\frac{P_2}{2N}\cdot\frac{2}{1+\frac{N'}{N}}+1\right]^2+100\left(\frac{1-\frac{N'}{N}}{1+\frac{N'}{N}}\right)^2};$$

3° Galet-support,

$$\varpi' = 0,17\left(\frac{P'}{N}+1\right);$$

4° Galet de renvoi avec deux brins verticaux,

$$\text{Ascendants.....}\quad \varpi''_1 = 0,17\left(\frac{P''}{N}-10\right),$$

$$\text{Descendants...}\quad \varpi''_2 = 0,17\left(\frac{P''}{N}+10\right);$$

5° Galet de renvoi avec un seul brin vertical,

$$\text{Brin conducteur ascendant....}\quad \varpi'''_1 = 0,17\sqrt{\left(\frac{P'''}{N}-5,5\right)^2+42},$$

$$\text{Id. descendant...}\quad \varpi'''_2 = 0,17\sqrt{\left(\frac{P'''}{N}+7,5\right)^2+42},$$

$$\text{Brin conduit ascendant .....}\quad \varpi'''_3 = 0,17\sqrt{\left(\frac{P'''}{N}-2,5\right)^2+12},$$

$$\text{Id. descendant.....}\quad \varpi'''_4 = 0,17\sqrt{\left(\frac{P'''}{N}+4,5\right)^2+12}.$$

Ces formules mettent en évidence l'importance du coefficient $\frac{P}{N}$ qui peut caractériser le degré de légèreté des poulies employées. Elles montrent également que l'énergie perdue varie pour les poulies à deux gorges, avec le rapport $\frac{N'}{N}$, et que le minimum a lieu pour $N' = N$.

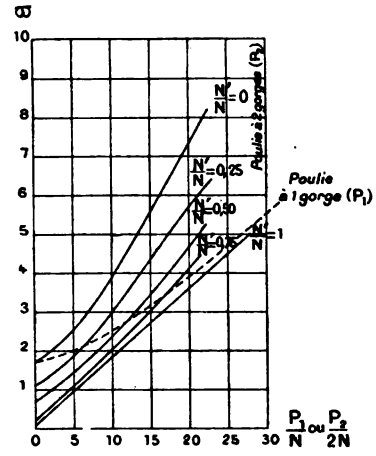
Les valeurs de $\frac{P_1}{N}$ et de $\frac{P_2}{2N}$ sont très variables suivant le mode de construction et le diamètre imposé par les conditions particulières, mais elles décroissent généralement lorsque la puissance et la portée augmentent.

Pour les poulies en fonte, on a relevé les limites usuelles suivantes (catalogue de la fonderie Piat) :

PORTÉE.	$\frac{P_1}{N}$, $\frac{P''}{N}$ et $\frac{P'''}{N}$.	$\frac{P_2}{2N}$.	$\frac{P'}{N}$.	N.
20m	18 à 30	12 à 20	2 à 10	> 5 chevaux.
40m	12 à 20	8 à 15		> 5 chevaux.
60m et au-dessus.	5 à 10	4 à 10		> 10 chevaux.

L'emploi de poulies en fer, avec rayons en fer rond, procure, sur les poids, une économie de 20 à 25 pour 100 pour les poulies de 1m et 1m,50, 30 à 35 pour 100 pour les poulies de 2m à 3m à une gorge, 20 à 40 pour 100 pour les poulies à deux gorges. Les poulies en acier avec rayons en profilés (2 ⌴ accolés), du système Piat, donnent les mêmes avantages à ce point de vue, mais présentent un inconvénient bien plus grand dont il sera question plus loin.

Fig. 2.



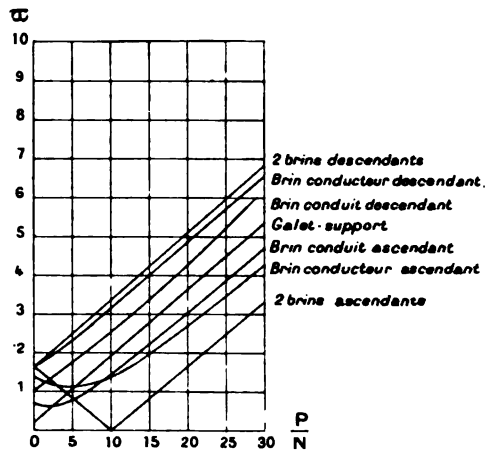
Poulies de relais.

Les segments de droites et les arcs d'hyperboles des figures 2

et 3 donnent la valeur du pourcentage de perte pour les valeurs usuelles de $\frac{P}{N}$ et pour une série de valeurs de $\frac{N'}{N}$, avec les données spéciales que nous avons choisies.

Il est d'ailleurs facile de passer de celles-ci à d'autres pour les-

Fig. 3.



Galets de renvoi.

quelles la vitesse, le rayon relatif des tourillons et le coefficient de frottement seraient différents, par un simple coefficient de proportionnalité. Si la flèche relative est notablement différente de $\frac{1}{40}$, il est nécessaire de multiplier dans les formules N par $\frac{1}{40m}$.

Résistance de l'air au mouvement des poulies-câbles. — Le déplacement d'air causé par le mouvement des bras des poulies donne lieu à une résistance passive qui peut être très faible si la section des bras est convenable et la vitesse peu importante, mais qui peut devenir au contraire considérable, si la forme des bras est mal choisie et si la vitesse est grande. Ainsi des expériences entreprises à la Poudrerie de Saint-Médard sur une poulie-câble en acier, du système Piat, de $2^{m},50$ de diamètre et à deux gorges recevant des câbles d'une puissance de 50 chevaux, ont montré que, pour une vitesse de 185 tours par minute, la puissance absorbée par la poulie tournant seule est, en moyenne, de $3^{chx},0$, tandis que la part due aux frottements des tourillons n'est que de

0^{chl}, 8 environ. Les pertes sont donc dans ce cas 0,8 pour 100 pour les frottements et 2,2 pour 100 pour le déplacement d'air, par poulie et par câble. On a vérifié, en outre, que la résistance de l'air, dans ces conditions, croît proportionnellement au cube de la vitesse, résultat qui est en parfait accord avec les formules du *moulinet dynamométrique* de Richard (1) et avec celles des ventilateurs.

Pour les poulies du système Piat, on étudiera le gain que l'on réaliserait en enfermant tout l'ensemble des rayons d'une poulie entre deux tôles convenablement disposées (2). Les expériences sur les poulies en fonte n'ont pas encore été faites, mais il semble probable qu'avec certains types de poulies la perte est très faible.

Conclusions. — Il résulte des développements précédents que les pertes d'énergie dans les transmissions télédynamiques résultent bien, le plus souvent, en majeure partie des frottements aux tourillons des poulies. En résumé :

1° Les pertes dues aux déformations des fils et généralement aussi celles qui sont dues aux oscillations des câbles et à leur frottement sur les poulies sont négligeables;

2° Les pertes dues à la raideur du câble tant par frottement intérieur que par modification des moments moteur et résistant peuvent atteindre peut-être 2 à 3 pour 100 de la puissance nominale, dans les conditions les plus défavorables, mais semblent rester généralement voisines de 1 à 1,5 pour 100 : elles croissent avec la courbure et le diamètre du câble;

3° Les pertes par frottement aux tourillons des poulies varient le plus souvent de 1 à 5 pour 100 par poulie et par câble. Les conditions les plus favorables à un bon rendement semblent être les suivantes : poulies légères et bien équilibrées, déplaçant peu d'air et d'un diamètre ne donnant pas au câble une courbure trop forte; diamètre et longueur des tourillons aussi petits que le permettent les conditions de résistance, d'usure et d'échauffement; vitesse aussi grande que le permettent les appareils à commander

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, n° 18 du 2 mai 1904.

(2) Les premières mesures ont montré un gain de 2^{chx}.

(d'ailleurs on ne dépasse la vitesse de 30^m que dans des cas très rares). Enfin, il semble inutile d'ajouter que les câbles courts sont peu avantageux, ainsi que les câbles trop lourds et trop tendus. D'autre part, les considérations qui sont développées dans l'étude des câbles faite par M. Léauté (notamment pour les variations de tensions suivant l'état atmosphérique et pour le coefficient de fonctionnement) conduisent à adopter autant que possible une flèche relative voisine de $\frac{1}{20}$ pour les petites distances, et de $\frac{1}{40}$ à partir d'une portée de 60^m et au-dessous de 200^m.

Au total, si l'on considère toutes les pertes afférentes aux deux poulies et au câble d'un relais, on peut les réduire à 4 pour 100 du maximum de la puissance transmissible, résultat qui est indiqué, en particulier, par l'ingénieur suisse Ziégler, qui fait autorité en la matière. On a d'ailleurs trouvé un chiffre peu différent pour l'ensemble de la transmission de la Poudrerie de Pont-de-Buis, si l'on en croit des relevés de diagrammes pris sur les machines motrices. Il importe de remarquer que les pertes restent sensiblement constantes pour une transmission donnée quelle que soit la puissance réellement transmise et que, par suite, le rendement n'est satisfaisant que si la puissance utilisée est voisine du maximum.

Notons enfin que les changements de direction, dans les transmissions télédynamiques, obtenus par galets de renvoi, tels qu'ils sont réalisés, en particulier à la Poudrerie de Saint-Médard, sont d'un rendement et d'un fonctionnement notablement meilleurs que les engrenages coniques. Il résulte, en effet, des données précédentes, que le rendement d'un renvoi de mouvement à quatre galets peut atteindre facilement 94 pour 100.

II. — TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES.

L'objet de cette Note étant principalement la comparaison des transmissions télédynamiques et des transmissions électriques appliquées à la commande des usines à poudre, nous devrons faire remarquer, d'abord, qu'il ne s'agit pas ici de grands groupes électrogènes, ni d'une distance à franchir notablement supérieure à celles que l'on rencontre dans les Poudreries, soit environ 2^{km}. Pour ces faibles distances, il n'y a pas lieu, en général, d'inter-

poser dans la transmission des transformateurs pour élever le voltage sur les lignes et, par suite, on ne s'occupera pas de cet intermédiaire.

Quant au cas du transport électrique de la force d'une chute d'eau éloignée, il est trop différent pour trouver place dans la comparaison. Enfin, pour se conformer à la Circulaire ministérielle n° 3 du 26 mai 1899, qui limite le voltage des courants à employer au voisinage des bâtiments contenant des matières explosives ou inflammables, on ne peut utiliser pour les usines à poudre que des moteurs et des lampes à bas voltage.

Une conséquence immédiate de ces conditions spéciales est de retirer tout avantage notable à l'emploi des courants alternatifs simples ou polyphasés.

Les différents éléments de transformation qu'il convient de considérer sont les suivants :

1° La transmission de commande de la génératrice;
2° La dynamo génératrice;
3° La ligne électrique;
4° Les moteurs électriques récepteurs;
5° La transmission réductrice de la vitesse des moteurs.

Transmission de commande de la génératrice. — On ne peut pas séparer l'étude de cette partie de la transmission de celle du type de machine à vapeur qui la commande.

En effet, trois genres principaux de machines se font actuellement concurrence : les machines lentes qui peuvent commander, soit des dynamos à vitesse réduite par une seule courroie, soit des dynamos à vitesse normale avec deux courroies et un arbre intermédiaire; les machines à grande vitesse qui permettent l'accouplement direct avec des dynamos lentes ou par une seule courroie avec des dynamos ordinaires (les moteurs à gaz pauvre sont à peu près dans le même cas, mais semblent pouvoir procurer une économie d'un quart environ sur la consommation de charbon); les turbines à vapeur qui s'accouplent directement aux dynamos à vitesse normale.

Les premières dépensent notablement moins de vapeur par cheval indiqué que les autres, mais on perd une partie de cet avantage dans la transmission intermédiaire dont le rendement ne

peut guère dépasser 95 pour 100; d'autre part, elles sont plus coûteuses et plus encombrantes. Les secondes n'ont à leur avantage que leur différence de prix et d'encombrement; elles dépensent plus de vapeur et sont sujettes à de plus fréquentes réparations. Enfin les turbines présentent un très faible encombrement, demandent peu de fondations, dépensent peu en huile et en entretien et ne sont pas plus coûteuses; mais, en comparant les dépenses de vapeur indiquées pour des machines Farcot et pour des turbines Parsons, on voit que celles-ci ne peuvent entrer en lutte avec les machines lentes, au point de vue de la dépense de vapeur par cheval électrique produit, que pour des groupes de puissance supérieure à 100 kilowatts.

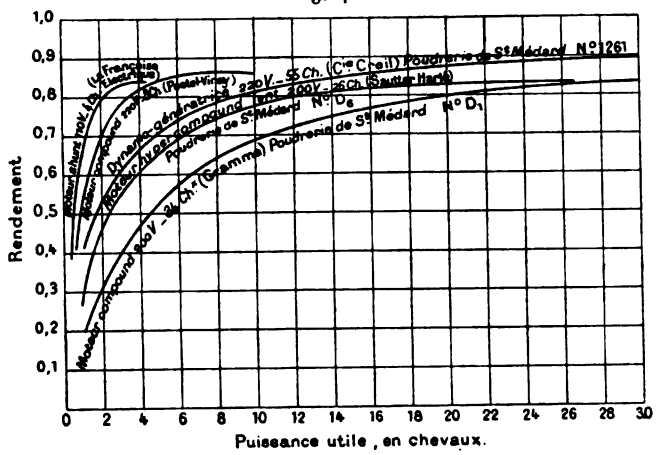
On a tenu compte pour cette comparaison du fait que l'allure économique d'une machine lente (admission $\frac{1}{10}$ environ) correspond sensiblement à la moitié de sa puissance maxima pratique (admission voisine de $\frac{3}{10}$), tandis que l'allure économique des turbines à vapeur correspond à leur pleine charge; or, dans les poudreries, il semble résulter de diverses données que la charge moyenne des machines motrices est comprise, en général, entre la moitié et les deux tiers de leur charge maxima. En résumé, le rendement de la transmission de commande de la dynamo est un peu inférieur à celui de la transmission qui commande la première poulie d'une ligne de câbles (pourvu qu'aucun engrenage ne soit interposé).

Dynamo génératrice. — Aux voltages considérés, les génératrices à courants continus sont d'un prix moins élevé et généralement d'un meilleur rendement, surtout aux charges moyennes, que les alternateurs. En outre, on risque avec ceux-ci d'obtenir parfois des tensions anormales et dangereuses. Le rendement maximum des dynamos de 25 à 200 kilowatts varie habituellement de 90 à 92 pour 100 et, aux deux tiers de leur pleine puissance, le rendement est encore de 88 à 90 pour 100 pour des machines convenablement saturées (*fig.* 4).

Moteurs. — Il est difficile de donner des indications précises sur le rendement des moteurs, car il dépend beaucoup du mode de construction et de la puissance. Il reste généralement compris entre 70 et 90 pour 100, pour des moteurs de 1 à 30 chevaux. Le

rendement baisse assez rapidement avec la charge, aussi l'emploi de moteurs plus puissants qu'il n'est nécessaire est-il désavantageux. Lorsque le couple résistant n'est pas très variable, ce qui est notamment le cas des principaux groupes d'appareils de fabrication des poudres, sauf des turbines essoreuses et des meules à poudre noire, on peut choisir des moteurs électriques shunts ou faiblement compoundés, très saturés, tandis que, dans le cas con-

Fig. 4.



Rendement de quelques moteurs électriques.

traire, il semble préférable de choisir des moteurs plus compoundés et de calculer plus largement la puissance nécessaire.

Le procédé le plus avantageux, lorsque le moteur ne démarre pas à vide et n'a pas ensuite une charge trop variable, consiste à mettre hors circuit tout ou partie de l'enroulement série des compounds après le démarrage, par une disposition spéciale de l'appareil de démarrage; on obtient ainsi un rendement meilleur et une vitesse plus régulière.

On a réuni, dans la figure 4, les courbes de rendement de quelques moteurs de divers types.

Lorsque le moteur commande plusieurs appareils et, par suite, travaille à un régime variable, il est difficile de déterminer son rendement moyen; cependant, dans une étude *a priori*, on peut attribuer généralement au moteur, sans grande erreur, le rendement correspondant à sa charge moyenne.

Notons encore que le rendement baisse moins rapidement avec la charge pour les moteurs continus que pour les moteurs alternatifs ou polyphasés, et que le reproche fait aux premiers du danger des étincelles au collecteur, au voisinage d'usines à poudre, ne semble pas fondé, car on ne peut avoir une sécurité suffisante que par un isolement convenable du cabinet du moteur; d'ailleurs, on peut employer, en cas de besoin, des moteurs blindés étanches qui sont d'une fabrication courante.

Réducteur de vitesse. — Il est clair qu'il n'est question ici que de l'intermédiaire entre le moteur (vitesse 1500 à 600 tours) et l'arbre principal de l'usine, tournant à une vitesse voisine de celle des transmissions télédynamiques (150 à 250 tours). Le rendement de cet intermédiaire, qui peut comprendre une ou deux courroies, ou un groupe d'engrenages enfermé dans un carter, varie en général de 85 à 95 pour 100 à pleine charge.

Les moteurs à faible vitesse permettent de réduire la transmission intermédiaire à une seule courroie; mais, par contre, ils sont plus encombrants et plus coûteux et leur rendement est un peu plus faible.

Ligne électrique. — Nous étudierons le rendement des lignes électriques dans le cas des courants continus seulement; l'économie que les courants polyphasés permettent de réaliser sur le poids de cuivre à dépenser pour l'établissement des lignes ne semble d'ailleurs pas avoir, pour les distances considérées, une importance qui puisse contrebalancer les inconvénients qu'ils présentent d'autre part.

Le rendement d'une ligne électrique dépend, à égalité de voltage et de longueur, de la densité du courant ou de la section des câbles, c'est-à-dire d'une dépense de premier établissement résidant, en pratique, presque uniquement dans le poids de cuivre utilisé. En effet, dans les cas considérés, d'une part les fils peuvent être aériens et nus, sauf dans la zone s'étendant à 10^{m} de chaque usine à poudre, zone dans laquelle ils devraient être souterrains et recouverts d'un isolement fort (et protégés par un parafoudre), si l'on adoptait intégralement les conclusions du rapport de l'Académie des Sciences, en date du 31 mai 1897, et d'autre part les variations de section admissibles sont trop faibles pour influer sur

la puissance de la génératrice et sur le choix des types de poteaux et d'isolateurs.

Dans ces conditions spéciales, on déterminera une formule de rendement qui dérive, au fond, d'un cas particulier de la *règle d'économie* de Thomson, en mettant en parallèle la dépense de cuivre et la dépense de charbon aux chaudières.

Soient l la longueur du câble considéré, en centaines de mètres, s sa section en millimètres carrés, C le prix de 100^{kg} de cuivre en câble, C′ la valeur de reprise du vieux cuivre, A le nombre d'années admis pour l'amortissement du capital et a le taux de l'intérêt : la dépense annuelle d'amortissement pour cette fraction de ligne est égale à

$$0{,}0089\, ls\left(\frac{C-C'}{A}+\frac{Ca}{100}\right)$$

(poids spécifique du cuivre = 8,9).

Soit, d'autre part, I le courant fictif constant défini par la relation

$$I^2=\frac{1}{t}\int_0^t i^2\,dt$$

qui donnerait la même perte par *effet Joule* sur la ligne, que le courant réel variable i qui parcourt le câble pendant le temps t; appelons N le nombre de milliers d'heures d'utilisation du courant dans une année, P le nombre de kilogrammes de houille qu'il faut brûler pour produire un kilowatt-heure et H le prix de la tonne de houille : la dépense annuelle de combustible correspondant à la perte d'énergie dans la ligne est égale à

$$0{,}0017\,\frac{lI^2}{s}\,PHN \qquad \text{(résistivité du cuivre à } 20^\circ = 1{,}7).$$

Pour que la section s choisie soit la plus économique, il suffit que la somme de ces deux dépenses, amortissement et combustible, soit minima, le travail annuel que la ligne doit transmettre étant fixé. Le produit de ces facteurs étant constant, le minimum a lieu lorsqu'ils sont égaux

$$0{,}0089\, ls\left(\frac{C-C'}{A}+\frac{Ca}{100}\right)=0{,}0017\, l\,\frac{I^2}{s}\,PHN,$$

ce qui peut s'écrire

$$\Delta = \frac{I}{s} = \frac{K}{\sqrt{N}},$$

en posant

$$K = \sqrt{\frac{89}{17} \cdot \frac{\frac{C - C'}{A} + \frac{Ca}{100}}{PH}}.$$

La densité du courant fictif doit donc varier en raison inverse de la racine carrée du nombre qui exprime le degré d'utilisation de la ligne.

Cette condition n'exclut pas celle de limiter, au voisinage de 3, la valeur maxima pratique de Δ. Ce cas se rencontre d'ailleurs rarement, puisqu'en appliquant la formule précédente, avec $K = 1$, on voit qu'il correspond à une ligne utilisée au plus 100 heures par an, à moins toutefois qu'il y eût un très grand écart entre la valeur de I et la valeur maxima de i.

Nous adopterons pour le coefficient K, dans les calculs suivants, la valeur $K = 1$ qui correspond bien à des conditions usuelles et qui permet de déterminer la section convenable pour les câbles par la formule très simple

$$s = I\sqrt{N}.$$

On obtient, en particulier, la valeur $K = 1$ avec les données suivantes :

$$C = 230^{fr}, \quad C' = \frac{60}{100} C, \quad A = 10 \text{ ans}, \quad a = 3 \text{ (pour 100)},$$

$$P = 2^{kg},6, \quad H = 32^{fr}.$$

De la formule

$$s = I\sqrt{N}$$

on peut déduire des expressions utiles du rendement de la ligne et de la perte de charge en volts.

Par analogie avec les transmissions télédynamiques, nous remplacerons dans les formules la longueur des câbles par leur portée, c'est-à-dire par la longueur de la ligne électrique double. Soient donc L la distance des extrémités, exprimée en centaines de mètres, E_m le voltage moyen à l'extrémité de la fraction de ligne considérée et $\frac{(EI)_m}{1000}$ la valeur moyenne en kilowatts de l'énergie trans-

mise en ce point; le rendement de la ligne a pour expression

$$\rho = \frac{(EI)_m}{(EI)_m + 3,4\frac{LI^2}{s}}.$$

Or, on démontrerait facilement que le rapport $\frac{E_m I}{(EI)_m}$ est assez voisin de l'unité pour être remplacé par elle dans les formules pratiques, sauf peut-être dans le cas où les moteurs commandés seraient des moteurs série, dont la force contre-électromotrice, comme la vitesse, varie beaucoup avec la charge. Sous cette réserve, on pourra donc, en général, employer la formule simplifiée

$$\rho = \frac{1}{1 + 3,4\frac{L\Delta}{E_m}}$$

ou encore

$$\rho = \frac{1}{1 + \frac{3,4L}{E_m\sqrt{N}}}.$$

La perte de charge ε, exprimée en volts, a une expression aussi simple

$$\varepsilon = 3,4L\Delta$$

ou encore

$$\varepsilon = 3,4\frac{L}{\sqrt{N}}.$$

On peut encore utiliser la forme

$$\rho = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon}{E_m}} :$$

le pourcentage de la perte d'énergie est égal à

$$\frac{100\varepsilon}{E_m};$$

ainsi, pour une ligne de 400^m utilisée 3000 heures par an, avec un courant à 110 volts, on obtient

$$\rho = 93,5 \text{ pour } 100 \qquad \text{et} \qquad \varepsilon = 8 \text{ volts.}$$

Les expressions de ρ et ε en fonction de Δ sont seules générales;

celles où figure $\sqrt{N}$ ne sont applicables qu'avec des câbles tels que $\Delta = \frac{1}{\sqrt{N}}$. Le calcul de Δ nécessite celui de la valeur de I, que l'on obtient commodément au moyen de graphiques approximatifs. Lorsque les écarts sont faibles, on peut simplement remplacer les valeurs variables de l'intensité par sa valeur moyenne.

Conclusions. — On constate facilement d'après les indications précédentes, malgré leur manque de précision, que le rendement de l'ensemble de la transmission, qui est égal au produit des rendements ρ_1, ρ_2, ρ_3, ρ_4, ρ_5 de ses divers organes, varie le plus souvent entre 60 et 70 pour 100, lorsque tous les moteurs travaillent.

III. — RENDEMENT MOYEN DES TRANSMISSIONS.

Si les transmissions électriques ont un rendement inférieur, en général, à celui des transmissions télédynamiques, lorsque les moteurs commandés fonctionnent continuellement, elles reprennent souvent l'avantage dans le cas contraire. La considération du travail moyen des appareils commandés a donc une importance capitale dans la comparaison des deux systèmes.

Pour introduire cette considération dans les calculs, nous définirons le *coefficient d'utilisation* γ d'un appareil mécanique quelconque, comme le quotient du nombre annuel d'heures de marche de l'appareil par 3600 heures, chiffre qui représente, à peu près, la durée maxima de marche annuelle des machines motrices principales d'un établissement, où le travail est interrompu pendant la nuit.

Si π_1, π_2, ... sont les valeurs totalisées $\left(\frac{N}{100}\Sigma\varpi\right)$ des pertes d'énergie de chaque relais d'une ligne de câbles télédynamiques et Γ le coefficient d'utilisation des câbles, la perte moyenne annuelle de la transmission est évidemment $\Gamma\Sigma\pi$, quelle que soit la puissance utile transmise. Si, d'autre part, $\mathcal{P}$ est la puissance dépensée à une usine et γ son coefficient d'utilisation, la puissance moyenne utilisée est $\gamma\mathcal{P}$ et le rendement moyen de transmission pour une

ligne d'usines est égal à

$$R = \frac{1}{1 + \frac{\Gamma \Sigma \pi}{\Sigma \gamma \mathfrak{P}}}.$$

On voit donc que le rendement de cette transmission ne sera satisfaisant que si la puissance moyenne utilisée est suffisamment voisine de la puissance maxima utilisable.

Pour une transmission électrique, on obtiendrait une formule semblable propre à chaque moteur, dans laquelle Γ représenterait le coefficient d'utilisation du moteur, $\Sigma\gamma\mathfrak{P}$ la puissance moyenne utilisée et $\Sigma\pi$ la perte totale d'énergie égale à

$$\Sigma\gamma\mathfrak{P}\left(\frac{1}{\rho_1\rho_2\rho_3\rho_4\rho_5} - 1\right),$$

les rendements partiels étant déterminés dans les conditions qui correspondent au travail moyen.

On peut en conclure immédiatement, puisque $\Sigma\pi$ est notablement plus grand dans ce cas, que la transmission électrique n'aura l'avantage sur la transmission télédynamique que si les coefficients Γ et γ sont suffisamment petits. On voit que le groupement des appareils et des moteurs sera d'autant plus avantageux que Γ sera plus voisin de γ, quoique, dans bien des cas, on n'ait pas avantage à commander les appareils individuellement par des moteurs distincts lorsqu'ils n'absorbent que peu de force et n'ont pas de trop longues périodes d'arrêt (appareils de fabrication des poudres B, notamment).

L'étude préalable des coefficients d'utilisation des appareils mécaniques d'un établissement a donc une grande importance pour le choix du mode de transmission le plus avantageux, au point de vue du rendement.

La valeur moyenne de γ, qui donne le même rendement avec les deux systèmes, dépend nécessairement beaucoup de l'installation considérée. Nous donnerons cependant comme exemple les résultats d'ensemble d'une étude dont nous avons été chargé sous la haute direction de M. l'Inspecteur général Morin, pour l'élaboration des projets d'une poudrerie nouvelle devant produire journellement 1000^{kg} de poudres B et 1000^{kg} de poudres noires diverses. On a trouvé que la valeur moyenne de γ pour les appareils de

fabrication des poudres B était voisine de 0,40; celle de la principale ligne d'appareils à poudre noire était de 0,60 environ, grâce à la possibilité qui s'était présentée de réunir tous les appareils à faible utilisation en un troisième groupement, pour lequel le γ moyen était voisin de 0,33. Les coefficients γ des appareils de fabrication varient de 0,10 à 0,70. Il est bien évident, en outre, qu'ils varient avec l'importance des commandes.

Pour le dernier ensemble seul, la transmission électrique fut trouvée avantageuse; au contraire, les câbles présentaient un léger avantage pour la ligne d'appareils à poudre B et un avantage très notable pour la principale ligne d'appareils à poudre noire. La transmission télédynamique appliquée à cette dernière semblait devoir absorber 7 à 8 chevaux, tandis que la transmission électrique devait en perdre une trentaine à pleine charge. Le gain moyen résultant de l'emploi des câbles, réparti sur 3600 heures, devait être voisin de 10 chevaux, comptés sur l'arbre de départ des câbles ou sur l'arbre de la génératrice, et représentait une diminution de 25 chevaux environ pour la puissance maxima à prévoir pour la machine motrice et une économie annuelle de plus de 50^t de charbon.

RAPPORT

SUR LE

5e CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE,

TENU A BERLIN DU 2 AU 8 JUIN 1903;

PAR

M. DÉSORTIAUX,

Ingénieur en chef des poudres et salpêtres.

Le 5e Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin du 2 au 8 juin 1903, s'est réuni au palais du Reichstag, dont toutes les salles avaient été mises à la disposition du Comité d'organisation.

Le nombre des congressistes est évalué à 2600 environ.

Une Notice distribuée aux membres du Congrès définit dans les termes suivants le but et l'utilité des Congrès de Chimie appliquée :

« Les Congrès internationaux de Chimie appliquée ont pour but de servir les intérêts scientifiques et économiques de notre Science. Ils cherchent à stimuler et à faciliter les relations internationales dans le domaine de la Chimie, en recommandant des méthodes de travail uniformes et des règlements analogues dans les différents pays. Dans le commerce des produits chimiques, ces Congrès internationaux ont pour but de créer des méthodes uniformes d'analyses, pour faire disparaître les principales causes de conflits souvent très difficiles à trancher. En élucidant les points de vue auxquels on doit se placer pour fixer les règlements de transports et de douanes, on simplifiera et l'on rendra plus faciles les expéditions de marchandises de

nature chimique. Tout en développant les connaissances de droit en matière de brevets et d'économie politique, et en discutant les mesures à prendre pour la protection des ouvriers, on améliorera les conditions de production dans les divers pays civilisés, et on les placera sur une base plus élevée.

» Ces Congrès ont aussi pour but de faciliter l'échange des méthodes de travail parmi les différentes branches de la Chimie appliquée. Un pareil échange d'idées ne manquera pas de favoriser le progrès général.

» De même, une émulation amicale sera établie entre les diverses nationalités représentées parmi les membres de ces Congrès.

» Les relations personnelles qui se forment à ces Congrès entre les représentants de la Chimie dans les différents pays auront pour effet de faciliter une entente cordiale sur les questions de Science et sur les questions commerciales. »

Nous donnons ci-dessous un extrait des statuts établis en vue du Congrès de Berlin :

ARTICLE PREMIER.

« Le 5e Congrès international de Chimie appliquée a pour but de favoriser toutes les applications de la Science de la Chimie à la vie pratique.

ARTICLE 2.

» Toutes les personnes qui prennent un intérêt dans ce but pourront devenir membres du Congrès.

ARTICLE 4.

» Tout membre du Congrès se soumet aux stipulations de ces présents statuts, en vertu de sa déclaration d'adhésion et de son inscription sur la liste des membres. Il recevra une carte de membre qui lui donnera le droit de recevoir les insignes du Congrès, de participer à toutes les séances, à toutes les réunions et à tous les arrangements compris dans la cotisation. Il recevra, en outre, le journal du Congrès, tous les imprimés concernant le Congrès et enfin le compte rendu, qui paraîtra en temps utile après la réunion.

ARTICLE 5.

» A l'époque de la déclaration d'adhésion au Congrès ou, au plus tard, au commencement du Congrès, chaque membre se fera inscrire dans les listes de sections, aux délibérations desquelles il désire participer.

» Chaque membre a le droit de participer et de voter aux débats des sections; et il a aussi le droit de voter dans les assemblées plénières.

ARTICLE 6.

» Les séances plénières seront au nombre de trois, dont les ordres du jour seront fixés par le Comité. Comme langues à employer, l'allemand, le français et l'anglais seront admis. C'est aux assemblées plénières que seront prononcés les discours officiels et les rapports généraux et que l'on traitera toutes les affaires du Congrès (nominations, résolutions, etc.). Les procès-verbaux des séances seront rédigés d'après des notes sténographiques.

ARTICLE 7.

» La première séance de chaque section ou sous-section sera ouverte par le Président nommé par le Comité d'organisation, et c'est ce Président qui s'occupera de la formation du bureau de la section. Ce bureau se composera, à la première séance, d'un Président, d'un ou de plusieurs Vice-Présidents, d'un Secrétaire et d'un nombre variable de Secrétaires-Adjoints. Les Secrétaires seront nommés pour toute la durée du Congrès, pendant que les Présidents et Vice-Présidents changent pour chaque séance.

» A la fin de chaque séance, le Président et les Vice-Présidents de la Séance prochaine seront élus par vote des membres présents.

» Le Président élu par le Comité d'organisation restera membre du bureau de la section pour toutes les séances consécutives.

ARTICLE 8.

» Les ordres du jour et la suite des questions à traiter seront fixés par les sections ou par les sous-sections comme il leur plaira. Les rapports imprimés et distribués en temps utile pourront être discutés sans lecture préalable. Les rapports oraux ne doivent pas dépasser la durée de 20 minutes. Dans les débats, les orateurs ne devront pas parler plus de 5 minutes, ni prendre la parole plus de deux fois sans autorisation spéciale du Président. Les votes seront pris sur la base des listes de présence et avec majorité absolue. En cas douteux, le Président tranchera la question.

ARTICLE 12.

» Les décisions et résolutions d'importance internationale qui seront prises au Congrès ou dans ses diverses sections seront communiquées aux différents gouvernements par la Commission internationale des Congrès de Chimie appliquée, qui a été constituée au Congrès de Paris en 1900.

ARTICLE 13.

» Aussitôt que possible, après la clôture du Congrès, il sera publié par

le Comité d'organisation et expédié franco à tous les membres du Congrès, un Rapport *in extenso* rédigé par le Bureau du Congrès.

ARTICLE 14.

» Le Comité d'organisation décidera toutes les questions qui pourraient surgir sans être prévues par ces statuts et restera en fonction jusqu'à la conclusion des affaires courantes du Congrès. Avant de se dissoudre, il remettra les affaires continues au Comité d'organisation du prochain Congrès.

ARTICLE 15.

» A la dernière séance plénière du Congrès, la totalité des membres présents choisira le lieu du prochain Congrès et nommera pour son organisation un Comité muni du droit de cooptation. »

En vertu de la décision prise en séance plénière du 4e Congrès international de Chimie appliquée qui s'est réuni à Paris (28 juillet 1900), la Commission internationale du Congrès se composait des présidents des Congrès antérieurs, lesquels avaient à leur tête le président du futur Congrès. Elle présentait, par suite, la composition suivante :

Président : M. le Conseiller d'État professeur Dr OTTO N. WITT, à Berlin.

Membres : MM. E. HANUISE, professeur à l'École d'Industrie et des Mines du Hainaut, à Mons;

L. LINDET, professeur à l'Institut national agronomique, à Paris;

Dr HUGO VON PERGER, conseiller privé, professeur à l'École des Hautes études techniques, à Vienne (décédé depuis);

HENRI MOISSAN, membre de l'Institut, professeur à l'Université de Paris.

D'autre part, le Comité d'organisation allemand avait pour président d'honneur le conseiller privé Dr CLEMENS WINKLER et pour président le Conseiller d'État Dr OTTO N. WITT.

Enfin, les divers États représentés au Congrès, au nombre de 35, avaient également constitué des Comités de patronage et d'orga-

nisation. Le Comité français avait pour président d'honneur M. Berthelot, pour président M. Moissan, pour vice-présidents MM. Dehérain, Durin, Gallois et Lindet. Le bureau de la Section III (Mines et Métallurgie, Explosifs) se composait de MM. A. Carnot, président; Vieille, vice-président; Barthélemy, secrétaire.

Nous rendrons compte, en premier lieu, des trois séances plénières du Congrès; puis nous énumérerons les travaux des différentes sections, particulièrement la section III *b* (Explosifs), en réservant, s'il y a lieu, pour une communication ultérieure, le compte rendu des discussions et l'analyse ou la reproduction *in extenso* des Mémoires.

§ I.

SÉANCES PLÉNIÈRES.

Les séances plénières ont été précédées, le 2 juin, d'une réunion préparatoire marquée par quelques allocutions de bienvenue.

I. Le 3 juin eut lieu la 1re séance plénière, à laquelle assistait, en l'absence de l'empereur, le prince Frédéric-Henri de Prusse. Après l'envoi d'un télégramme à Sa Majesté, le Ministre d'État Dr Comte von Posadowsky-Wehner prononça un discours au nom de l'empire allemand; le Ministre d'État Dr Studt lui succéda au nom de l'État prussien, et le bourgmestre Dr Reicke au nom de la ville de Berlin. Puis vint le tour du conseiller d'État Conze pour l'Académie des Sciences, du conseiller Gierke, recteur de l'Université de Berlin, du conseiller Kammerer, recteur de l'École des hautes études techniques de Berlin, et du conseiller Rietschel, président de l'Institution du jubilé de l'industrie allemande.

M. le professeur H. Moissan prit la parole pour la France, le conseiller aulique Ludwig pour l'Autriche-Hongrie, le conseiller d'Etat Jakowkim pour la Russie, le professeur Vincente de la Fitte y Obineta pour l'Espagne, le professeur Clarke pour les États-Unis d'Amérique, le professeur Paterno di Sessa pour l'Italie, et le professeur Lunge, de Zürich, pour tous les autres États représentés au Congrès.

Le conseiller d'État C. Liebermann parla ensuite au nom de

l'Association allemande de Chimie, le conseiller commercial Dr Holz au nom de l'Union pour la protection des intérêts de l'industrie chimique allemande, le conseiller médical Dr E.-A. Merck au nom de l'Union des chimistes allemands, enfin les professeurs Lewinstein (de Manchester) et Eder (de Vienne) au nom de nombreuses Sociétés étrangères.

La séance se termina par l'élection du bureau. Le conseiller d'État Clemens Winkler, empêché par la maladie d'assister au Congrès, fut nommé président d'honneur, le conseiller d'État Witt premier président et le conseiller commercial Holz deuxième président. Il leur fut adjoint un très grand nombre de vice-présidents d'honneur correspondant aux divers États.

II. La 2e séance plénière eut lieu le 5 juin et fut consacrée à diverses communications : de M. H. Moissan (de Paris), sur les *hydrures métalliques;* de Sir William Crookes (de Londres), sur le *radium;* de M. Van't Hoff (de Berlin), sur la *formation des gisements salins naturels;* de M. Ernest Solway (de Bruxelles), sur le *procédé de soude à l'ammoniaque;* de M. C. Engler (de Karlsruhe), sur l'*autoxydation;* et de M. G. Kraemer (de Berlin), sur les *goudrons de houille.*

III. La 3e séance plénière avait pour objet de recevoir les rapports et propositions des diverses sections et d'expédier les dernières affaires du Congrès. C'est ainsi que le Congrès approuva les résolutions suivantes, lesquelles ont été transmises à la Commission permanente composée des présidents des précédents Congrès internationaux, pour recevoir la suite qu'elles comportent ou être communiquées aux Gouvernements intéressés.

1. *Analyse du salpêtre.* — Il y a lieu de rejeter l'analyse indirecte (détermination du résidu insoluble, humidité et chlore compté comme NaCl) et le calcul de $NaOAzO^3$ par différence. Il convient toujours de faire une détermination directe de l'azote. Les méthodes appropriées à cet effet sont :

a. Réduction de l'azote en ammoniaque et dosage par les procédés habituels (d'après Ulich, Dewarda);

b. Méthode volumétrique (d'après Lunge, Schlœsing-Grandeau);

c. Élimination de AzO^3 par le sable quartzeux (d'après Reich) ou par calcination avec $KOCrO^7$ (d'après Persoz).

2. *Analyse des eaux minérales*. — *a*. Dans l'énoncé des résultats d'analyse des eaux minérales, il convient toujours de faire suivre les noms des composants de leur formule chimique.

b. En vue de l'uniformité, les résultats d'analyse doivent être énoncés en grammes et rapportés, non à une quantité de 1000^g ou 10000^g, mais à 1^l d'eau.

c. Pour chaque analyse d'eau minérale, il y a lieu d'indiquer, outre la date, la température de l'eau et de l'air, ainsi que le poids spécifique, corrigé ou non corrigé.

3. *Épreuve des explosifs*. — Il est considéré comme utile de faire l'épreuve des explosifs d'après la méthode du bloc de plomb de Trauzl.

4. *Statistique des accidents* (*Explosifs*). — Le Congrès remercie MM. les Drs Fischer et Denker pour la proposition dont ils ont pris l'initiative et pour les matériaux précieux qu'ils ont réunis en vue de créer une statistique internationale des accidents se rapportant à la préparation et à l'emploi des explosifs. Il recommande, pour l'établissement de cette statistique dans les différents pays, l'adoption de principes conformes à ceux qui ont inspiré les auteurs de la proposition, et exprime le vœu qu'au besoin une entente diplomatique intervienne à ce sujet entre les nations représentées au Congrès.

5. Le Congrès considère comme très désirable que les prescriptions rigoureuses de la loi suédoise dite *loi de l'arsenic* soient modifiées de manière à être mises en harmonie avec l'état actuel de la Science.

6. (Nomenclature des matières colorantes azotées).

7. (Nomenclature des dérivés de la naphtaline).

8 *a*. Comme unité de volume des récipients, aréomètres, etc., il convient d'employer le vrai centimètre cube, c'est-à-dire le volume occupé dans le vide par 1^{g} d'eau distillée à 4° C. Tous les résultats obtenus dans le laboratoire à la pression et à la température ordinaires doivent être rapportés au vide et à 4° C. Une inscription conforme doit être faite sur les récipients, aréomètres, etc.

8 *b*. Pour certains usages pratiques (notamment pour la détermination de la densité des liquides), il peut être permis de graduer les récipients, aréomètres, etc., d'après la méthode de Mohr, mais à la température de 20°C. Dans ce cas, l'unité de volume est le volume occupé par 1^{g} d'eau distillée à la température de 20°C. et sous la pression normale (0^{m},76).

9. L'addition d'amidon à la bière doit être interdite.

10. (Unités de mesure électrique).

11. Les méthodes et les règles de l'Union allemande de l'acétylène pour l'essai du carbure de calcium doivent avoir désormais une valeur internationale.

Indépendamment des propositions énumérées ci-dessus, il y a lieu de signaler diverses résolutions concernant *la législation des brevets d'invention,* ainsi qu'une série d'instructions qui ont dû être transmises aux Gouvernements intéressés au sujet d'une réglementation internationale de la préparation et de l'emploi des *gaz liquéfiés et solidifiés.*

La Commission internationale des engrais artificiels a terminé ses travaux.

La Commission internationale des analyses, qui avait été instituée à Paris, s'est vu renouveler son mandat.

Une troisième Commission internationale, dite de l'*alimentation,* doit établir un codex alimentaire international, qui formera une sorte d'annexe au codex pharmaceutique.

Le prochain Congrès aura lieu en 1906. Des invitations ont été adressées : 1° pour Rome, par M. Paterno di Sessa, au nom du gouvernement italien, de la ville de Rome et des Sociétés chimiques d'Italie; 2° pour Londres, par M. Levinstein, au nom des Sociétés chimiques d'Angleterre. La première invitation a été acceptée par 294 voix contre 274. M. Paterno a été nommé président du Comité d'organisation du 6e Congrès international de Chimie appliquée, qui doit se réunir à Rome en 1906.

MM. Moissan, Tilden et Otto N. Witt ont prononcé des allocutions sur lesquelles le Congrès a pris fin.

§ II.

TRAVAUX DES SECTIONS.

Section I.

Chimie analytique. Appareils et instruments.

Président de la première séance : le Dr G. Von Knorre, professeur à l'École des hautes études techniques, à Berlin.

Le programme des travaux comportait 52 Communications. Nous signalerons les deux suivantes :

1° *Analyse du salpêtre*, par M. H. Fresenius (Wiesbaden) : voir ci-dessus la proposition soumise à la troisième séance plénière (§ I);

2° *Dosage du potassium comme perchlorate,* par M. H. Precht (Neu-Stassfurt).

Section II.

Industrie chimique des produits inorganiques.

Président et vice-président de la première séance : le conseiller d'État Dr A. Heinecke, directeur de la Manufacture royale de porcelaine, à Berlin; le conseiller d'État Dr F. Von Dechend, à Schöneberg.

45 Communications. A signaler :

1° Découverte et extension des gisements potassiques en Allemagne, par M. le Dr Hagen (Sondershausen);

2° Composition des soufres destinés au traitement des vignes, par M. le professeur Mestre (Bordeaux).

Section III*a*.

Mines et Métallurgie.

Président et vice-président de la première séance : le conseiller d'État Dr J. Weeren, professeur à l'École des hautes études techniques, à Berlin et à Charlottenbourg; le conseiller privé Dr H. Wedding, professeur à l'École des Mines de Berlin.

27 Communications. A signaler : le rapport du Comité des Mines, de la Métallurgie et des Explosifs aux États-Unis d'Amérique, par M. Charles E. Munroe (Washington).

Section III*b*.

Explosifs.

Président et vice-présidents de la première séance : le professeur Dr W. Will (Grünewald), Désortiaux (Marseille) et Bergmann (Berlin).

La Section III*b* a entendu les Communications suivantes :

I. *Méthode pour l'épreuve des explosifs, spécialement par l'emploi du bloc de plomb de Trauzl,* par M. le Dr H. Brunswig (Neubabelsberg).

Voir ci-dessus (§ I) le texte de la résolution soumise à la troisième séance plénière.

II. *Épreuve des explosifs de sûreté en présence du grisou,* par M. le professeur Eschweiler (Hanovre).

III. M. Oscar Guttmann propose de nommer une Commission internationale chargée d'étudier la *question des explosifs de sûreté au contact des mélanges gazeux explosifs,* et d'établir un rapport pour le prochain Congrès. Cette proposition est écartée.

IV. *Mesure de la vitesse de détonation des explosifs,* par M. le Dr Mettegang (Schlebusch).

V. *Danger d'explosion des gaz comprimés renfermés dans des bombes,* par M. le Dr Rasch (Pankow-Berlin).

Sur la proposition du président, M. Will, une Commission a été nommée pour établir une série d'instructions sur la préparation et l'emploi des gaz liquéfiés et solidifiés. Il en a été fait mention ci-dessus (§ I).

VI. *Statistique des accidents dans l'industrie des explosifs et mesures qui en découlent pour la sécurité du travail,* par M. le Dr Fischer, inspecteur de l'industrie à Berlin, et M. le Dr Denker, inspecteur de l'industrie à Gummersbach.

MM. Will et Bichel établissent le texte d'un projet de résolution qui doit être soumis au Congrès (voir ci-dessus, § I).

VII. *Sur la formation de liquides facilement inflammables et explosibles,* par M. Schleyer (Hanovre).

VIII. *Sur la présence du perchlorate dans les poudres noires et sur le danger que comportent la fabrication et l'emploi des poudres noires contenant du perchlorate,* par MM. les professeurs Drs Lenze (Berlin) et Bergmann (Charlottenburg), de l'Office royal d'essais militaires.

IX. *Sensibilité relative au choc de la dynamite à la guhr, de la dynamite-gélatine et de la gélatine explosive,* par M. le professeur W. Will (Grünewald).

X. *Sur un cas de décomposition spontanée d'une poudre à base de nitroglycérine,* par M. le Dr I. C. A. Simon Thomas (Amsterdam) :

XI. *Mélanges d'acides pour la fabrication de la nitrocellulose,* par G.-W. Patterson, B. S.

XII. *Sur la protection des fabriques d'explosifs contre la*

foudre, par MM. Knight, directeur de la fabrique de dynamite de Krümmel, et Lesser, conseiller commercial (Altona).

XIII. M. Zacharias (Athènes), au nom de M. Stéphan Jannopoulos, montre la nécessité d'une *Méthode uniforme d'épreuves de la stabilité chimique des poudres sans fumée et spécialement des explosifs nitrés.*

XIV. M. Richard d'Escales (Munich) propose la création d'une *Revue internationale des explosifs*. Après une courte discussion, la Section passe à l'ordre du jour.

XV. M. Barthélemy (Paris) donne lecture d'une *Note sur le remplacement du fulminate de mercure comme détonateur.*

Le rapporteur demande que la vente des amorces et capsules présentant une formule nouvelle ne puisse avoir lieu sans autorisation spéciale, et propose que la composition chimique soit inscrite sur les boîtes d'amorces.

Section IV *a*.

Préparations organiques et chimie du goudron.

Président : le conseiller d'État, professeur Dr H. Wichelhaus (Berlin).

51 Communications.

Section IV *b*.

Matières colorantes et leur emploi.

Président : le conseiller d'État Dr A. Lehné (Grünewald).
33 Communications.

Section V.

Sucrerie.

Président : le professeur Dr A. Herzfeld (Grünewald).
39 Communications.

Section VI.

Fermentation et Amidonnerie.

Président : le conseiller d'État, professeur Dr M. Delbrück (Berlin).

42 Communications.

Section VII.

Chimie agricole.

Président : le conseiller d'État, professeur Dr O. Kellner (Möckern).

35 Communications. A signaler :

1° *Sur l'analyse du salpêtre,* par le professeur Dr A. Fresenius (Wiesbaden) : voir Section I;

2° *Dosage du potassium par l'acide perchlorique,* par le Dr H. Precht (Stassfurt) : voir Section I;

3° *Le nitrate de soude perchloraté, ses effets nuisibles sur la végétation; analyse du nitrate de soude perchloraté; dosage et séparation des chlorates et des perchlorates,* par M. H. Pellet (Paris).

Section VIII.

Hygiène. Chimie médicale et pharmaceutique. Denrées alimentaires.

Président : le conseiller médical Dr A. Merck (Darmstadt).

58 Communications.

Section IX.

Photochimie.

Président : le Dr A. Miethe, professeur à l'École des hautes études techniques à Berlin (Charlottenburg).

24 Communications.

Section X.

Électrochimie et Chimie physique.

Président : le député Dr Henry T. Böttinger (Elberfeld).

51 Communications.

Section XI.

Questions de droit et d'économie en rapport avec l'industrie chimique.

Président : le Dr C. A. von Martius (Berlin).

12 Communications.

Marseille, 1er mars 1904.

ANNEXE N° 1.

STATISTIQUE DES ACCIDENTS

DANS L'INDUSTRIE DES EXPLOSIFS

ET

MESURES QUI EN DÉCOULENT POUR LA SÉCURITÉ DE L'EXPLOITATION;

PAR

Le Dr FISCHER,

Inspecteur royal de l'industrie, à Berlin.

En comprenant cette question au nombre des Communications à présenter au Congrès, on a considéré sans doute qu'il serait possible, au moyen d'un ensemble de chiffres nombreux et authentiques, de tirer des conclusions dans un sens ou dans l'autre. On supposait aussi qu'une comparaison du nombre des accidents constatés dans les différents pays ne serait pas seulement intéressante, mais qu'elle servirait avant tout à faire connaître très nettement les mesures de précaution qui contribueraient à prévenir les accidents.

Je me suis attaché tout d'abord à recueillir les données numériques nécessaires et à en faire une sélection en vue d'une comparaison et de conclusions nouvelles. Or, je n'ai pu réussir à vous présenter une statistique internationale de ce genre sur les accidents de la fabrication et de la mise en œuvre des substances explosives, car, par leurs défectuosités, et surtout par leurs lacunes et par leurs contradictions, les matériaux recueillis ne se sont pas montrés exempts d'objections et, dans cet état, n'auraient pu conduire qu'à des conclusions erronées. Cette observation vise non seulement l'établissement d'une statistique internationale, mais aussi celui de

toute statistique nationale, telle, par exemple, que la statistique allemande qui est encore extraordinairement défectueuse.

....

Une statistique pourrait être établie d'après les principes suivants :

1. Le *chiffre réel des accidents* ne peut s'obtenir que si l'on envisage exclusivement les ateliers dans lesquels les substances explosives sont fabriquées ou mises en œuvre. Les ateliers accessoires, qui ne sont pas menacés du danger d'explosion, doivent être exclus. Si l'on n'observe pas cette règle, on obtient des nombres de comparaison erronés, même en comparant les accidents de deux fabriques de substances explosives, semblables au point de vue technique et au point de vue économique, surtout lorsque l'une de ces fabriques n'a pas d'ateliers accessoires, comme, par exemple, un atelier de tonnellerie, et qu'elle se procure ses barils dans le commerce. La statistique anglaise tient compte de cette circonstance; elle établit une distinction entre les *personnes employées dans les bâtiments dangereux et dans les bâtiments non dangereux* (*Annual Report, of H. M. inspectors of explosives for the year* 1900, p. 7). Cette distinction doit être établie en principe.

2. La statistique *générale* des accidents de l'industrie des explosifs doit donner des indications *annuelles,* non seulement sur le nombre des personnes employées, sur le nombre des explosions survenues, sur le nombre des tués et des blessés, mais aussi sur la *quantité des explosifs* fabriqués ou mis en œuvre, de manière que le chiffre des accidents obtenu puisse être rapporté à cette quantité. Les conditions de travail seront d'autant plus favorables qu'une même quantité de poudre fabriquée sera grevée d'un plus petit nombre d'accidents.

3. En ce qui concerne les personnes tuées ou blessées les indications doivent être uniformes. Elles doivent comprendre *toutes les personnes* et non pas seulement les ouvriers, comme en Allemagne, par exemple, où il n'est tenu compte que des ouvriers obligés de s'assurer, et non des chimistes, des fonctionnaires de l'exploitation et des autres personnes non assurées.

4. Il est désirable d'établir une distinction entre les blessures *graves* et les blessures *légères*. Le danger spécial de l'industrie des explosifs ne ressort pas seulement du chiffre de la mortalité, mais tout particulièrement aussi de celui des blessures graves. Pour établir une limite entre les blessures *graves* et les blessures *légères,* on peut, comme cela se fait en Allemagne au point de vue légal, qualifier une blessure de *grave* quand l'incapacité de travail dure ou a duré plus de treize semaines. Les comptes

rendus de la Fédération professionnelle de l'industrie chimique, qui sont dressés d'après ce principe, fournissent aussi pour l'industrie des explosifs une comparaison instructive des cas de mort, ainsi que des accidents graves et des accidents légers.

En vue de reconnaître les *dangers des différentes branches d'exploitation* de l'industrie des explosifs, il est désirable d'enregistrer à part les accidents survenus dans chaque cas. Il va de soi que les personnes employées doivent aussi être comprises dans les groupes correspondants. Ce n'est que par un pareil procédé qu'on peut discerner si ce sont les fabriques de poudre, les fabriques de dynamite, les fabriques d'amorces, ou d'autres fabriques qui présentent les dangers les plus graves. En Angleterre et en Allemagne, il y a une tendance à des distinctions de ce genre; mais les nombres obtenus de part et d'autre ne se prêtent pas à un relevé comparatif et sont, par suite, inutilisables pour un but international. Bien plus, l'Allemagne a même complètement renoncé, depuis 1901, à effectuer la distinction des accidents d'après les groupes de substances explosives, et, au lieu de mettre ses relevés statistiques de plus en plus d'accord avec les données anglaises, par exemple, elle les a rendus notablement plus défectueux.

.....

Pour atteindre le but, il est nécessaire que, dans chaque État, il soit répondu, pour chaque cas d'explosion, à un questionnaire réglementaire précis, lequel sera présenté ensuite à un bureau compétent chargé d'établir la statistique. Les renseignements à consigner dans le questionnaire au sujet de chaque explosion doivent indiquer :

1. La date (jour et heure);

2. La température de l'atmosphère, la température du local, le mode de mesure de la température;

3. L'orientation des fenêtres;

4. Les matériaux et le mode de construction des bâtiments, machines et outils;

5. La maison qui a livré les machines et les outils;

6. La description du procédé de travail avant l'explosion;

7. Le nombre des personnes employées dans l'atelier et celui des personnes tuées, des personnes gravement ou légèrement blessées;

8. La quantité de matière qui a fourni l'explosion initiale et celle qui a fait explosion par propagation;

9. Les mesures de protection qui avaient été prises;

10. Les installations de paratonnerre, d'éclairage et de chauffage, et les résultats de leur dernière inspection par des spécialistes;

11. La nature des bâtiments situés à proximité de la fabrique;

12. La distance entre le lieu de l'explosion et les bâtiments et les installations qui ont été englobés dans l'accident;

13. La nature des dommages observés;

14. L'étendue des ravages et les causes de la propagation de l'explosion;

15. L'explication la plus détaillée de la cause de l'explosion, autant qu'elle aura pu être élucidée ou présumée avec plus ou moins de certitude.

ANNEXE N° 2.

STATISTIQUE DES ACCIDENTS

DANS LES TRAVAUX DE SAUTAGE

ET

MESURES DE PRÉCAUTION QUI EN DÉCOULENT POUR LA SÉCURITÉ DE L'EXPLOITATION;

PAR

W. DENKER,

Inspecteur de l'industrie, à Gummersbach (Province rhénane).

Dans ma tentative d'établissement d'une statistique internationale des accidents survenus dans les travaux de sautage, je me suis heurté à des difficultés analogues à celles qu'a rencontrées l'honorable préopinant. Dans la plupart des pays, une statistique détaillée des accidents dont il s'agit fait complètement défaut, et, dans les pays où pareille statistique est tenue, elle n'est pas envisagée à des points de vue uniformes.

.....

Les Tableaux I et II de l'Appendice 1 indiquent les nombres absolus et les nombres pour 100 de l'ensemble des accidents qui ont été l'objet d'indemnités pour la première fois en 1887 et 1897, avec des indications sur la question de savoir si la cause de ces accidents est imputable à une faute des employeurs, des blessés eux-mêmes, des deux en même temps, des auxiliaires ou d'autres personnes, ou, enfin, aux dangers inévitables de l'exploitation. Il ressort de ces Tableaux que la préservation des accidents, autant qu'elle dépend des employeurs, a fait des progrès considérables dans ces 10 années,

que ce qu'on appelle « le danger inévitable de l'exploitation » a subi une diminution, tandis que l'on n'a pu se rendre maître du facteur des accidents qui dépend de la conduite personnelle des ouvriers.

En outre, tandis qu'en 1887, 1,80 pour 100 de l'ensemble des accidents qui ont fait l'objet d'indemnités pour la première fois, étaient occasionnés par des substances explosives, il n'y en avait que 0,98 pour 100 en 1897, la proportion moyenne annuelle des accidents courants, pour la période 1887-1897, étant de 1,43 pour 100. Pour les corporations professionnelles appelées en première ligne à manier les substances explosives, les accidents imputables aux explosifs se répartissent comme suit, pour 100 accidents susceptibles d'indemnité :

DÉSIGNATION DES CORPORATIONS.	ACCIDENTS indemnisés pour la première fois en		ACCIDENTS courants susceptibles d'indemnité (moyenne de 1887 à 1897).
	1887.	1897.	
Corporation des mineurs	5,68	3,49	5,42
» des carrières	7,94	5,60	7,14
» des tuileries	»	0,37	0,24
» des mines à pompe	»	2,37	2,91
» berlinoise de la Chimie industrielle..	6,17	4,57	4,48

Ces chiffres, bien qu'ils ne soient pas concluants, paraissent justifier l'hypothèse que les accidents causés par les substances explosives ont diminué à la suite des perfectionnements introduits dans l'exploitation. La statistique de l'Administration impériale d'assurances ne contient pas de représentation directe de la diminution ou de l'augmentation pour 100 du nombre de ces accidents concernant les ouvriers qui sont, de par leur profession, en contact avec les substances explosives. De plus, les nombres d'accidents sur lesquels porte la statistique n'ont été empruntés qu'à 2 années, ce qui semble insuffisant, car une année *accidentellement* trop chargée ou, au contraire, très peu chargée, peut conduire à des conclusions erronées.

La charge pécuniaire imposée aux corporations professionnelles par les accidents survenus dans la fabrication et dans l'emploi des substances explosives ressort du Tableau suivant (*Rapport annuel de l'Administration impériale d'assurances*, 1900, 2e suppl., p. 26) :

NUMÉRO D'ORDRE d'après la proportion pour 100 des espèces d'accidents.		EXPLOITATIONS et circonstances dans lesquelles les accidents se sont produits.	NOMBRE des accidents				INDEMNITÉS PAYÉES pour les accidents de la Col. 4.		
			que l'on avait à indemniser en 1887.		pour lesquels une indemnité a été fixée pour la première fois en 1887.		CHIFFRES.		
Nouveaux accidents (Col. 6 et 7).	Accidents courants (Col. 4 et 5).		Absolu.	Pour 100.	Absolu.	Pour 100.	Absolus.	Pour 100.	Numéro d'ordre d'après les charges financières pour les accidents courants,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	10	Substances explosives, (Explosion de poudre, de dynamite, etc.)	3294	1,43	420	0,94	1 003 213,76	2,28	10

Les exploitations et les circonstances dans lesquelles les accidents se sont produits sont divisées, abstraction faite de la rubrique « Divers », en 13 classes, parmi lesquelles les substances explosives occupent les n^os^ 10 et 11.

Le seul accident causé par des substances explosives, en 1887, a coûté, calculé d'après l'ensemble des accidents courants, en indemnités, comme moyenne à la charge des corporations et des institutions d'assurances, 305,76 marcs (Comptes rendus, 1900, 2^e^ supplém., p. 186-188), et séparément :

Pour la corporation	des mineurs.....	352,24 marcs.
»	des carrières.....	243,80 »
»	des mines à pompe.....	274,16 »
»	des tuileries.....	277,77 »
»	de l'industrie chimique.....	325,06 »

Sur chaque somme de 100^marcs^ du montant des indemnités courantes, il revient en moyenne 2,28 marcs aux accidents qui se sont produits dans la fabrication ou dans le maniement de substances explosives pour l'ensemble des corporations et des institutions d'assurances; séparément, cette moyenne se répartit comme il suit :

Corporation	des mineurs.....	7,41	marcs.
»	des carrières.....	9,57	»
»	des mines à pompe.....	4,11	»
»	des tuileries.....	0,40	»
»	de l'industrie chimique.....	6,99	»

(*Loc. cit.*, p. 180.)

Le sacrifice de beaucoup le plus lourd en indemnités, pour des accidents qui se sont produits dans le maniement de substances explosives, figure donc à la charge de la corporation des carrières, bien que le montant de l'indemnité pour le seul accident cité plus haut soit considérablement inférieur à celui qui incombe à la corporation des mineurs. Les accidents d'explosion paraissent donc être plus graves, en général, dans cette dernière corporation, tandis que leur nombre est relativement moindre que dans la corporation des carrières.

.....

Le Tableau de l'Appendice 2 contient, sous la rubrique *Divers*, plusieurs accidents qui ne doivent pas être mis au compte des travaux de sautage, mais qui se sont produits pendant différentes opérations, comme la recherche de projectiles, les travaux de déblai, le chauffage des chaudières, etc. Cependant, il n'a pas été possible de déterminer exactement les chiffres afférents aux seuls travaux par explosion ; pour ces derniers, les chiffres pour 100 sont donc entachés d'erreur par excès.

La statistique empruntée au *Bulletin mensuel de la corporation des carrières,* 1897, p. 115, reproduite dans l'Appendice 3, a plus de valeur. Elle a été dressée en vue d'établir si, dans l'emploi de la poudre sous sa forme habituelle, il y avait à relever quelque danger particulier en comparaison avec la poudre employée sous forme de cartouches.

Comme les accidents, survenus dans les travaux de sautage effectués avec des cartouches, ne se limitent pas seulement à la poudre, mais se rapportent aussi à d'autres substances explosives, sur le compte desquelles devraient même être mis probablement la plupart des accidents qui figurent dans la colonne 4 (dans les carrières, notamment, les travaux s'effectuent rarement avec de la poudre sous forme de cartouches), ladite statistique peut difficilement résoudre cette question, négativement résolue jadis pour la corporation des carrières.

Un Tableau de ce genre tire pourtant quelque valeur de la spécialisation des causes des accidents, surtout quand cette spécialisation est complétée par des chiffres pour 100 dans la colonne 6, comme cela a été fait.

.....

A. — Examen comparatif des dangers que comportent les différents explosifs.

(*Appendice* 4).

Le Tableau V montre qu'en Angleterre le plus grand nombre des accidents survenus dans les travaux de sautage ont lieu par l'emploi de la poudre noire, à savoir : dans les mines 66,01 pour 100 et dans les carrières 73,21 pour 100, produisant un nombre d'accidents mortels qui dépasse 50 pour 100 de la totalité des cas mortels. Mais ces chiffres ne prouvent pas que la poudre de mine présente plus de danger, car il est nécessaire de tenir compte des quantités consommées. La statistique anglaise ne contient pas de données à cet égard. Mais il ressort de différents rapports locaux [*Annual Reports of Mr. Martin* (*I. of M.*, 1899, Mr. Stokes, 1900)] que la moitié environ des substances explosives employées consistait en poudre de mine. Si cette donnée est exacte, l'emploi de la poudre de mine occasionnerait un nombre plus grand d'accidents.

En 1896, F.-V. Rziha (*Œsterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen,* p. 354, et *Das Dynamit,* Mémoire de la Compagnie par actions de la dynamite Nobel à l'Exposition millénaire de 1896, p. 45), se fondant sur la statistique prussienne des accidents mortels survenus dans les exploitations minières, a conclu que les accidents ont diminué depuis l'invention de la dynamite. Il distingue l'*époque de la poudre noire* (1867-1870) et l'*époque de la dynamite,* à partir de 1870, et il constate que, de 1867 à 1869 (c'est-à-dire pour une période de 3 ans seulement), il y eut, pour 1000 ouvriers, 0,130 accidents mortels, tandis que cette proportion n'atteignit que 0,110 de 1870 à 1894 et finalement 0,067 de 1890 à 1894. Ces conclusions ne semblent pas justifiées, car, d'une part, la période 1894-1901, pendant laquelle la substitution de la dynamite à la poudre a dû prendre un plus grand développement, indique de nouveau une proportion d'accidents plus défavorable (à savoir une moyenne de 0,1034) et, d'autre part, la moyenne prise comme base pour « l'époque de poudre » se rapporte à un trop court laps de temps (3 années).

Si, d'un côté, on a à compter avec la sensibilité de la poudre noire dans l'emploi de mises de feu de tous genres, les dynamites présentent, abstraction faite du danger de congélation spécifique, ce point commun avec tous les autres explosifs à action brisante qu'elles exigent l'emploi de capsules détonantes, moyen de mise de feu dont le danger est suffisamment connu. Si l'on réussissait à y substituer un moyen de mise de feu moins sensible à la pression et au choc, il en résulterait une grande supériorité, au point de vue de la sécurité dans l'emploi, en faveur des explosifs à action brisante et particulièrement des explosifs à base de nitrate d'ammoniaque.

Les garanties les plus étendues, sous ce dernier rapport, seront fournies par les substances explosives qui ne nécessitent pas de mise de feu initiale à l'aide de capsules détonantes et qui ne présentent pas la sensibilité de la poudre noire au feu et au frottement, propriétés que les fabricants attribuent au salpêtre de mine et, en dernier lieu, à la pétroklastite (*Monats-Zeitschrift,* 1895, n° 5).

Au point de vue de la prévention des accidents, il serait désirable de répandre l'emploi des explosifs de ce genre dans toutes les exploitations qui n'ont pas à compter avec des éléments particuliers de danger, tels que le grisou et le poussier de charbon. Cela n'est réalisable que si ces « explosifs de sûreté » remplissent les conditions requises au point de vue économique.

On ne pourra, d'ailleurs, se prononcer d'une manière exacte sur le danger comparatif des différents explosifs, en se fondant sur la statistique des accidents, que si celle-ci indique, autant que possible, les quantités d'explosifs employées et le nombre des tirs effectués.

Enfin, en étudiant cette question, on doit éliminer tous les accidents causés par des débris d'explosion, ce qui correspond à un chiffre pour 100 assez élevé, parce que ces accidents ne sont pas par eux-mêmes en rapport avec la nature de l'explosif employé.

On peut cependant conclure, dès à présent, de la statistique anglaise, que les travaux de sautage à l'aide de la poudre noire occasionnent relativement moins de cas mortels que ceux effectués à l'aide de dynamites, de salpêtre ammoniacal et de coton-poudre. Sur le nombre total des personnes blessées dans les mines, 8,8 pour 100 seulement ont été tuées dans les travaux à la poudre noire, tandis que, pour les autres substances explosives, les proportions étaient de 14,41, 13,29 et 16,67 pour 100, la moyenne générale étant de 10,14 pour 100. Ces chiffres, auxquels correspondent des valeurs proportionnelles analogues dans les carrières, peuvent s'expliquer naturellement, pour les explosifs de la seconde catégorie, par la violence même de leur détonation.

B. — Nature et causes des accidents dans les travaux de sautage.

(*Appendice* 5.)

1. Le chiffre des accidents survenus pendant le *transport* des substances explosives s'élève dans les mines à 5,26 pour 100, dans les carrières à 0,40 pour 100 seulement du nombre total des accidents.

On trouvera la cause principale de ce fait dans cette circonstance que les exploitations souterraines nécessitent un éclairage artificiel. Il s'établit ainsi, dans beaucoup de cas, un contact immédiat avec des sources de feu extérieures, dont l'emploi imprudent ne peut que trop facilement provoquer

l'explosion des substances explosives; il y a lieu de mentionner ici surtout le rallumage des lampes éteintes au moyen d'allumettes.

Une seconde explication résulte de ce fait que, dans les mines, particulièrement dans les exploitations en grand, le personnel exposé au contact des substances explosives est beaucoup plus grand d'habitude que dans les carrières, et que lesdites substances sont transportées à des distances notablement plus grandes et souvent dans des conditions de transport difficiles. Comme mesures de sécurité, on préconise le transport des substances explosives dans des récipients qui les mettent à l'abri des sources de feu extérieures, et qui, pour les explosifs ou les capsules détonantes sensibles au choc, rendent inoffensive l'action des secousses. Pour la poudre, ce sont des vases métalliques incombustibles et, pour la dynamite et les capsules détonantes, des caisses de transport bien capitonnées, portées à l'aide de sangles solidement fixées.

En Autriche il existe, en outre, pour le bassin houiller d'Ostrau-Karwin, un règlement d'après lequel la substance explosive et l'engin de mise de feu ne doivent pas être portés par une même personne.

2. La cause des accidents survenus pendant la manipulation des substances explosives qui précède le chargement des trous de mines peut être, dans tous les cas, attribuée sans hésitation à l'imprudence : pour la poudre, contact du feu, et, pour la dynamite, introduction imprudente des capsules détonantes ou bris des cartouches congelées ou laissant exsuder la nitroglycérine. Il a été démontré, par des expériences faites en Angleterre (1), que ces dernières cartouches étaient beaucoup plus sensibles au choc que les cartouches normales; par contre, d'autres expériences exécutées en même temps ont montré que, si la dynamite congelée était bien plus sensible que la dynamite non congelée à l'explosion par simple inflammation, elle l'était moins à l'explosion par choc et que les cartouches de dynamite congelées pouvaient être brisées sans danger. A la suite de plusieurs accidents survenus dans le courant de l'hiver 1888-1889, les expériences de 1879 furent complétées en 1889 par des recherches analogues sur la dynamite-gélatine et sur la gélatine détonante; ces recherches ont montré que la gélatine détonante congelée était notablement plus sensible au choc, tandis que la dynamite-gélatine n'accusait à l'état de congélation qu'une très faible augmentation de sensibilité. Le rapport anglais de 1889 reconnaît, d'ailleurs, que des conclusions générales et certaines ne pourront être fondées que sur des expériences nouvelles et plus exactes. Il n'est pas à ma connaissance que de semblables expériences aient été entreprises depuis cette époque, et que la question du danger de la dyna-

(1) *Annual Reports of H. M. Inspectors of Explosives,* 1879 et 1889.

mite congelée ait été élucidée d'une manière définitive dans tous les cas. L'intérêt important qui s'attache à cette question pour la préservation des accidents ressort, notamment, de la statistique empruntée à l'*Annual Report of H. M. Insp. of Explosives for the year* 1901, reproduite dans l'Appendice 6. Il s'ensuit que la majeure partie de certains accidents occasionnés par des substances explosives contenant de la nitroglycérine se produisent dans les 3 premiers mois de l'année et disparaissent presque complètement en été pour ne reparaître graduellement qu'avec les temps froids. Comme les substances explosives ne se congèlent dans les dépôts que quelque temps après le commencement des froids et que, une fois congelées, elles résistent à une température supérieure à 8° C. sans reprendre leur état plastique, il y a lieu de regarder, dans cette statistique, l'époque des accidents, non comme l'effet du hasard, mais comme une relation de cause étroitement liée à la congélation de la substance explosive. Si cette manière de voir est exacte, il est évident qu'un éclaircissement rapide et définitif de cette question est très désirable, car, dans toutes les exploitations qui ne protègent pas efficacement leurs dynamites contre les influences de la température (et c'est le cas de la majorité des exploitations à ciel ouvert), on a à compter en réalité, pendant 6 mois de l'année, avec des matières congelées.

3. Le *dégel* des dynamites congelées occasionne, pour cette dernière raison, un plus grand nombre d'accidents dans les carrières que dans les mines. En Angleterre, il s'est produit, de 1875 à 1901, pendant l'opération du dégel de la dynamite, un total de 96 accidents, tuant 70 personnes et en blessant 109 (1); en moyenne il y a donc eu, dans chacun de ces accidents, 2 personnes tuées ou blessées. Des accidents de cette nature devraient pouvoir être évités complètement, si l'on travaillait conformément aux règlements.

Un fait intéressant, c'est qu'en 1899, dans une carrière de pierre calcaire, près de Berg-Gladbach, 20 cartouches de dynamite à la guhr ont brûlé, heureusement sans qu'une explosion se produisît, pendant l'opération du dégel, dans un appareil réglementaire à eau chaude. La cause de ce phénomène surprenant fut attribuée à ce que la garniture inférieure en fer-blanc n'avait pas été suffisamment nettoyée et était, par conséquent, souillée de résidus de nitroglycérine qui se sont décomposés spontanément malgré la température relativement peu élevée, et ont provoqué ainsi la déflagration des cartouches. On en déduit la règle d'avoir à nettoyer de temps en temps les appareils à dégeler au moyen de lessive de soude chaude, et surtout d'empêcher la formation de croûtes.

(1) *Annual Report of H. M. Inspectors of Explosives for* 1901, p. 215.

Parmi les nouveaux appareils à dégeler, les *dynamite-thermophores,* introduits dans le commerce par la Deutsche Thermophore-Actien-Gesellschaft, de Andernach, méritent d'être mentionnés. Ces appareils ont surtout pour but d'empêcher la dynamite de se congeler de nouveau. D'après les renseignements fournis par ladite Compagnie, le *thermophore* emmagasinerait, par un seul traitement à l'eau bouillante, la chaleur nécessaire pour une journée entière; il serait, en outre, simple, solide et durable. La Basalt-Actien-Gesellschaft de Luiz-s.-Rhin se prononce très favorablement au sujet des nouveaux appareils, d'après ses essais pratiques.

4-8. Le plus grand nombre des accidents ont eu lieu en Angleterre *pendant le chargement* et *pendant le bourrage,* à savoir : dans les mines, 22,63 pour 100, avec 25,52 pour 100 blessés dont 2,94 pour 100 mortellement, et, dans les carrières, 30,36 pour 100 avec 32,42 pour 100 blessés dont 4,51 pour 100 mortellement. Le chiffre correspondant de la corporation allemande des carrières est de 25,92 pour 100.

Une partie importante des accidents doit être attribuée à des étincelles émanant de lampes, de bougies et d'allumettes; une partie moindre, mais considérable encore dans les carrières, a été causée par des résidus de feu en ignition restés dans les trous de mine après leur évasement résultant de l'explosion.

Les accidents de cette dernière catégorie sont particuliers aux travaux de sautage dits *en calebasse,* procédé qui a pour but d'augmenter l'efficacité d'un trou de mine en agrandissant sa capacité, dans l'endroit le plus profond, par le tir de petites charges accessoires; il est très répandu surtout dans les carrières, où l'on emploie, à cet effet, de la poudre nue. Le danger de ce procédé consiste surtout en ceci que, au cours des décharges successives, il reste du cordeau ou des résidus de bourrage en ignition dans le trou de mine, résidus qui provoquent l'inflammation de la charge de substance explosive que l'on introduit ultérieurement. Comme moyen préventif on recommande, en premier lieu, de laisser écouler un laps de temps suffisant, qui a été fixé récemment, en Angleterre et par la corporation allemande des carrières, à 30 minutes (au lieu des 15 minutes antérieurement prescrites par les règlements). L'Ordonnance de police du Gouvernement de Cologne concernant les carrières prescrit même une durée d'attente de 1 heure, car il a été expérimentalement démontré, d'une part, que le tissu du cordeau de mise de feu pouvait rester en ignition pendant 30 minutes, et l'on a constaté, d'autre part, des accidents imputables, avec quasi-certitude, à des restes de feu en ignition, bien que la durée d'attente eût dépassé 30 minutes. En principe, une durée d'attente suffisamment longue s'impose du reste également si l'on envisage cette éventualité que des explosions prématurées peuvent être provoquées aussi dans ce

genre de travail, comme le montrent de nombreuses observations, par la pression de la roche lorsque, par suite d'un mouvement supplémentaire des masses de roche trop ébranlées pendant les décharges, c'est-à-dire par suite de l'éboulement de la roche, cette pression commence à exercer son action sur la charge [cf. Le Neve-Foster, *Annual Report of Quarries,* 1887, Accident, n° 317, et 1899, Accident, n° 238; *Mines and Quarries* (*General Annual Report,* 1901, p. 98)].

Si l'ordonnance de police de Cologne se contente d'ailleurs d'exiger une durée d'attente de 1 heure, c'est qu'elle interdit l'emploi de cordeau et de bourres combustibles, telles que sciure de bois, papier, chiffons, etc. L'objection que la durée d'attente de 1 heure causerait des difficultés pour l'exploitation peut d'autant moins se soutenir en présence de l'utilité réelle de cette mesure que lesdites difficultés peuvent être évitées au moyen de dispositions convenables prises en temps voulu par le personnel de surveillance.

La plus forte proportion des accidents survenus pendant le chargement et pendant le bourrage doit être attribuée, dans les mines comme dans les carrières, *à des causes mécaniques* telles qu'une action violente pendant l'introduction de la charge ou de la bourre. Dans les cas où l'on a fait usage d'outils en fer, on a cru pouvoir expliquer les accidents par la production d'étincelles provenant de ces outils. La statistique anglaise démontre cependant, par des chiffres irréfutables, que des accidents analogues se sont produits également par emploi d'un outillage réglementaire en bois, en laiton ou en cuivre; ces chiffres font voir en même temps que l'organisation déjà ancienne de la surveillance des exploitations minières a fait restreindre l'usage des outils en fer beaucoup plus qu'il n'a été fait jusqu'à présent dans les carrières qui, elles, ne sont surveillées que depuis 1895 (1,33 pour 100 contre 6,15 pour 100 d'accidents).

Quand on examine de plus près les causes des accidents, il y a lieu de faire la distinction entre les manipulations du *chargement,* c'est-à-dire de l'introduction de la substance explosive, et celles du *bourrage.*

L'introduction des substances explosives peut être regardée comme à peu près exempte de danger en elle-même; elle ne devient dangereuse que lorsque les substances explosives se heurtent à des obstacles, soit que l'on emploie des cartouches pour lesquelles le diamètre du trou de mine est trop faible; soit que, par un hasard malheureux, de petites pierres viennent tomber dans le trou de mine et l'obstruent. Si l'on cherche à vaincre par la violence les difficultés de cette nature, on crée les conditions propices pour une explosion.

Un semblable accident peut se produire même par l'emploi de baguettes de chargement en bois; abstraction faite des chiffres statistiques des accidents, cela ressort des expériences du Dr A. Dupré, qui a montré qu'il

n'existait pour ainsi dire pas de substance explosive qui ne fît explosion lorsque, répandue en mince couche sur un parquet de bois, elle reçoit un coup glissant au moyen d'un manche à balai en bois (GUTTMANN, *Schiess und Sprengmittel,* 1900, p. 50).

On doit donc, en principe, introduire les substances explosives dans les trous de mine sans violence aucune. Pour les explosifs à base de nitroglycérine, on doit, en outre, s'assurer avec la plus grande attention que l'explosif n'est pas congelé; car, abstraction faite de l'accroissement du danger pour le chargement, il en résulte encore d'autres facteurs d'accidents dont il sera question plus loin.

Lorsqu'on emploie de la poudre nue, il est prescrit, en Allemagne, de se servir, pour son introduction dans le trou de mine, d'un entonnoir en zinc suffisamment long, par lequel la poudre glisse vers la partie inférieure du trou de mine sans adhérer aux parois de ce dernier. On doit signaler comme excessivement dangereux, et c'est avec raison que cette pratique est défendue en Allemagne, de charger à la poudre nue des trous de mine suspendus ou même ascendants.

L'introduction de la bourre dans les trous de mine chargés de substances explosives doit s'effectuer également sans violence, surtout en ce qui concerne le premier bourrage qui vient se superposer immédiatement sur l'explosif. Autrefois, on expliquait les accidents survenus pendant le bourrage par la production d'étincelles, surtout lorsqu'on employait des bourroirs en fer. A ce sujet, *Köhler* (1) émet l'avis que les explosions qui se sont réellement produites pendant le bourrage ne peuvent pas avoir leur cause dans la production d'étincelles, puisque la matière explosive se trouve complètement isolée déjà par le premier bourrage : « Il est beaucoup plus probable, dit-il, que, dans ces cas, le premier bourrage a déjà été, contre la règle, trop fortement tassé (souvent avec le marteau de mine) de manière à produire une compression et, par suite, un échauffement de l'air confiné et à provoquer ainsi une explosion. L'inflammation des particules de poudre les plus fines peut s'expliquer ici de la même manière que l'inflammation d'un morceau d'éponge dans le briquet pneumatique connu en Physique. »

Il est également probable que la cause mécanique, qui a incontestablement occasionné des explosions pendant l'introduction des explosifs, intervient aussi d'une manière analogue pendant le bourrage. Pour justifier cette manière de voir, on n'a qu'à supposer que des particules de substance explosive soient restées adhérentes aux parois supérieures du trou de mine, ce qui peut se produire facilement lorsqu'on emploie des car-

(1) *Bergbaukunde,* p. 172. Leipzig, W. Engelmann; 1900.

touches endommagées ou de la poudre nue sans se servir, pour son introduction, d'un entonnoir de zinc suffisamment long.

En vue d'éviter les accidents, il importe enfin d'employer pour le bourrage une bourre exempte de tout inconvénient. On ne doit admettre, surtout pour les charges à la poudre, que des matières qui ne peuvent pas produire d'étincelles; la poussière de foret de pierre dure ne doit donc être employée qu'avec circonspection, d'autant plus qu'avec cette poussière on a toujours à compter avec la présence de paillettes d'acier dont le danger est évident (*Verhandl. der* VII. *Versammlung der deutsch. Revisions-ingenieure,* München, 3, IX, 1900). La pratique très employée qui consiste à placer, immédiatement sur la charge, un tampon en papier, en chiffons, en sciure de bois, en mousse et autres matières très tendres, paraît justifiée, surtout si l'on considère que, lorsque, en cas de raté, on retire la bourre (opération qui se pratique souvent et qui est regardée comme tolérable par plusieurs autorités de surveillance), on est averti simplement, grâce à ce dispositif, que l'on approche de la charge explosive. Lorsqu'on effectue des tirs répétés dans un seul et même trou de mine, les tampons de cette nature, s'ils sont en matière combustible, doivent être écartés pour les motifs qui ont été exposés plus haut.

La terre glaise est généralement regardée comme fournissant la bourre la plus sûre et la plus efficace. Cependant, des expériences détaillées, récemment exécutées en France (1), ont donné des résultats inattendus qui peuvent se résumer par les trois propositions suivantes :

1° En pratique, le bourrage au sable paraît être plus efficace que le bourrage à l'argile;

2° Le sable s'oppose beaucoup plus efficacement que les matières plastiques au débourrage des coups de mine, ce qui a une grande importance dans les mines à grisou et à poussier inflammable;

3° Le danger d'inflammation par frottement pendant le bourrage est très minime, de quelque nature que soit la bourre.

Cette dernière assertion, appuyée cependant sur des expériences détaillées, est en contradiction flagrante avec la manière de voir qui prévalait généralement jusqu'à présent. En présence du grand nombre d'accidents que l'on a encore à enregistrer précisément pendant le bourrage exécuté avec des outils qni ne laissent rien à désirer, il y aurait lieu, quand on fait à ce sujet des expériences sérieuses sur une grande échelle, d'indiquer si l'on peut réellement considérer comme cause d'accidents l'échauffement de l'air dans le trou de mine supposé par Köhler et mentionné ci-dessus. Il y aurait encore à signaler ici que la question, si controversée dans les

(1) *Annales des Mines,* 9e série, t. XIX, 1901. Paris, Ve Ch. Dunod.

années dernières, de savoir si la présence de légères traces de perchlorate de potasse dans la poudre noire était à incriminer pour les accidents survenus pendant le chargement et le bourrage, a été nettement résolue par la négative à la suite des récentes expériences du Dr *Dupré*.

9-12. Une proportion considérable des accidents est imputable aux inflammations prématurées pendant le tir des coups à mine, à savoir 10,93 pour 100 dans les mines et 7,15 pour 100 dans les carrières (en Angleterre). La corporation professionnelle des carrières (allemande) enregistre de ce chef 9,78 pour 100 d'accidents susceptibles d'indemnité.

La majeure partie des inflammations prématurées est à relever dans les mines quand on fait usage de « mèches de paille » et de « péterolles »; dans les carrières, le chiffre correspondant est plus faible, probablement parce que ce mode de mise de feu y est moins employé.

Les « mèches de paille » et les « péterolles » doivent être considérées comme des moyens de mise de feu surannés qui, de par leur nature, portent en eux le danger d'une inflammation prématurée à la moindre inattention. Vu le grand nombre d'accidents qui leur incombe, d'après la statistique, leur emploi devrait être absolument interdit.

Le danger d'inflammation prématurée est relativement minime quand on emploie du cordeau, à la condition de ne pas faire usage de poudre nue. Ce fait ressort nettement du Tableau VI, le coefficient étant beaucoup plus élevé pour les carrières, où l'on fait usage de beaucoup de poudre nue et où l'on emploie, en outre, le mode de « travail en calebasse », qui ne l'est pas dans les mines. Quand on emploie de la poudre nue, l'approche de tout feu extérieur vers la charge doit être considérée comme dangereuse; d'après l'expérience acquise, même les étincelles qui s'échappent de l'extrémité du cordeau en ignition se sont montrées fatales, ayant provoqué l'explosion du « fourneau » à travers les fissures de la roche ébranlée par des tirs antérieurs.

Quand la mise de feu se fait au moyen du cordeau, les explosions prématurées sont habituellement dues à ce que, par fausse économie, les ouvriers emploient une mèche trop courte. Il s'ensuit que la durée de la combustion est trop courte quand les charges sont peu profondes, de sorte que la retraite vers un endroit sûr ne peut plus s'effectuer en temps voulu. Cela se pratique avec une imprudence étonnante pendant les tirs à la dynamite; dans cette opération, les ouvriers allument et laissent ensuite glisser dans le trou de mine, avec la cartouche de dynamite qui y est librement fixée, la mèche qui mesure à peine un pied de longueur, et cela pendant qu'ils la tiennent encore à la main. Dans les rapports officiels de l'Office impérial d'assurance (*R. V. A.*, 3e supplément, 1900, p. 225), il

est même fait mention d'un cas où un ouvrier s'est mis à bourrer une charge ainsi allumée, ce qui lui a valu la perte de la main droite.

De nombreux accidents sont aussi imputables à cette circonstance que plusieurs trous de mine, ayant été bourrés simultanément, n'ont cependant pas été enflammés ensemble. En pareil cas, il est toujours à craindre que, du fait des charges allumées les premières, les trous de mine voisins prêts à être tirés prennent feu, de sorte que l'ouvrier, retournant au poste de travail, se trouve en présence d'une charge en feu. Il s'ensuit que l'on ne doit jamais charger ni bourrer dans un poste de travail plus de coups que l'on n'en peut allumer simultanément.

Si la plupart des inflammations prématurées sont dues, quand on fait usage de cordeau, à l'imprudence des ouvriers, on a aussi à enregistrer souvent des accidents imputables à une durée de combustion inégale, par suite à un produit défectueux. Des plaintes ont été consignées à ce sujet encore l'année dernière dans la *Revue mensuelle de la Corporation professionnelle des carrières* (n° 10, 1902, p. 141). Dans cette même Revue, on signale un accident mortel occasionné pendant le tir d'un trou de mine chargé à la roburite, par ce fait que la charge de poudre d'une mèche très friable courbée en boucle franchit la boucle pendant la combustion, abrégeant ainsi la durée de combustion à tel point que, au moment de l'explosion, l'ouvrier se trouvait encore dans le voisinage immédiat de la charge.

Il y a lieu d'enregistrer enfin plusieurs accidents graves survenus dans les mines à charbon de la Westphalie, à la fin de 1890, par l'emploi de mèches dites *de sûreté,* c'est-à-dire solidement « armées ». A cause du grisou, ces mèches devaient être allumées à l'aide d'amorces dites *de sûreté,* que l'on fixait à la mèche avec une pince. Par suite de la trop grande compacité de la mèche, les gaz développés, ne pouvant s'échapper à travers le tissu, ni trouver une issue en avant, à cause des amorces de sûreté qui y étaient insérées, avaient refoulé avec grande violence la composition fulminante vers l'autre extrémité, où se trouvaient les cartouches, provoquant une explosion prématurée. Le même phénomène s'est produit pendant l'enqnête au sujet des accidents mentionnés, lorsque, à l'aide d'un objet tranchant quelconque, on comprimait vers le milieu le cordeau en ignition. On peut toujours concevoir que, lorsque le bourrage d'une charge se fait avec une bourre dure, il se produise en un certain point une compression de la mèche, compression qui expose à l'inflammation prématurée de la charge au moment où l'âme de poudre en ignition franchit cet endroit.

Dans la statistique anglaise, c'est la mise de feu électrique qui se présente sous l'aspect le plus favorable, en ce qui concerne les inflammations prématurées, accusant seulement 0,63 pour 100 de l'ensemble des accidents dans les mines et 0,20 pour 100 dans les carrières. Ces coefficients extraor-

dinairement faibles s'expliquent par ce fait que la mise de feu électrique n'est pas aussi répandue que les autres modes de mise de feu; mais, d'autre part, ils comportent aussi une explication rationnelle. Dans les travaux qui s'exécutent conformément aux règlements, on peut, par ce mode d'allumage, éviter les inflammations prématurées plus sûrement qu'avec les autres modes. A cet avantage de la mise de feu électrique viennent s'en joindre encore un grand nombre d'autres, en ce qui concerne la prévention des accidents. Je dois, faute de temps, renoncer à un examen plus détaillé de la question et je me permets de me référer à mon travail spécial récemment paru sur la mise de feu électrique (Berlin, A. Seydel, 1903), lequel, dans le Chapitre intitulé : « Prévention des accidents pendant la mise de feu électrique », contient dans toute leur étendue les données relatives à ce sujet.

13. Le nombre considérable d'*inflammations tardives* (en Angleterre : 8,83 pour 100 dans les mines et 6,35 pour 100 dans les carrières; d'après le relevé de la Fédération professionnelle des carrières : 2,03 pour 100) est en majeure partie imputable à la mise de feu à l'aide de mèches. Les mèches dont la charge de poudre présente une solution de continuité sont très dangereuses. Le tissu en ignition peut continuer à couver pendant un temps plus ou moins prolongé et enflammer de nouveau la composition de poudre, tandis que l'on croit la mèche éteinte. En Suède, on a observé, vers la fin de 1880, sur 8000 coups, 20 à 30 et plus de ratés de ce genre (1). Les accidents de cette nature ne peuvent être évités que par l'emploi de bons produits, que l'on doit, en outre, examiner soigneusement chaque fois avant l'usage pour s'assurer s'ils ne sont ni cassés ni endommagés. Les mèches en gutta-percha, en particulier, doivent être mises à l'abri de la gelée et de la chaleur solaire prolongée.

Dans le rapport annuel des Inspecteurs des explosifs d'Angleterre pour l'année 1901, il est fait mention de 3 cas (n^{os} 202, 206 et 253) où la combustion de la mèche a duré 1 fois plus de 1 heure et 2 fois 55 minutes. La durée d'attente de 10 à 15 minutes prescrite par la plupart des Ordonnances allemandes pour les cas de ratés ne peut pas présenter, dans ces conditions, de garanties suffisantes. Il serait, par suite, à recommander de la porter au moins à une demi-heure, comme le prescrivent les règlements en Angleterre (2).

Des inflammations tardives ont été observées aussi, dans des cas isolés, pendant la mise de feu électrique à de la dynamite et à des substances explo-

---

(1) KŒHLER, *Bergbaukunde*, 1900, p. 194.

(2) *Annual Report of Mr. Jos. S. Martin on the Inspection of Quarries*, 1896. *Special Rules*, II. 12.

sives à base de nitrate d'ammoniaque. Les recherches de L. Wolf-Karwin (1) ont montré avec assez de certitude que le retard de l'explosion devait être attribué d'abord à une combustion initiale suivie d'explosion, quelque temps après seulement, par suite de l'élévation de la température. Cette éventualité peut se présenter, suppose-t-on, quand, abstraction faite des propriétés défectueuses des substances explosives, la mèche électrique se trouve : soit, par oubli, démunie de capsule détonante; soit pourvue d'une capsule montée à faux. La supposition que la présence de corps étrangers dans les capsules détonantes pouvait déterminer un retard de l'explosion n'a pu être confirmée expérimentalement (2). On peut, au surplus, considérer comme démontré qu'au point de vue du retard de l'explosion la mise de feu électrique offre plus de sécurité que la mise de feu à l'aide de mèches ou cordeaux. L'explosion se produira généralement juste au moment où la fermeture du courant s'établit, et si, en cas de raté, on observe une durée d'attente de 10 minutes, on peut avec certitude considérer comme inexistant le danger d'une inflammation tardive. Quand plusieurs décharges sont effectuées simultanément, on doit observer la même durée d'attente. Si l'on fait usage de « fusées électriques à temps », où une pièce de cordeau est intercalée entre l'allumeur proprement dit et la composition détonante, on doit naturellement observer la même durée d'attente que dans la mise de feu à l'aide de mèches.

14. Au compte de l'*enlèvement des charges ratées,* on doit faire figurer, dans les mines et dans les carrières anglaises, respectivement 2,94 pour 100 et 11,71 pour 100 de l'ensemble des accidents, et jusqu'à 18,42 pour 100 d'après le relevé de la Fédération professionnelle allemande des carrières. Le coefficient est donc notablement plus élevé dans les carrières que dans les mines. Ce fait peut s'expliquer parce que, dans les mines, on a généralement à sa disposition un personnel d'artificiers plus expérimentés et mieux disciplinés; mais, d'autre part, il trouverait aussi une explication dans cette circonstance que, dans les carrières, une seule charge implique souvent une valeur telle en travail de forage et en substance explosive que, en cas de raté, les ouvriers font tout le possible pour pouvoir l'utiliser encore. Peut-être les chiffres ci-dessus trouveront-ils aussi une explication dans ce fait que, dans les carrières, on fait plus souvent usage de poudre nue, dont les charges ratées exigent une manipulation particulièrement minutieuse.

En raison du danger incontestable des travaux de cette nature, ceux-ci

(1) *Œsterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen,* 1901, p. 221.

(2) G.-A. Meyer, *Die Beseitigung der Schussversager bei Electrischer Zündung, Glückauf,* 1901.

sont complètement interdits dans la plupart des Règlements de sûreté. Cette mesure est absolument justifiée, la sanction par les autorités d'un travail reconnu éminemment dangereux présentant toujours certains risques. Cependant, si l'on considère que, à côté des manipulations de charges ratées statistiquement établies à cause des accidents survenus, un grand nombre en est, sans aucun doute, passé sous silence, et cela dans des cas où l'on s'est servi des instruments le moins appropriés à cet usage, la question se pose de savoir s'il ne serait pas préférable d'autoriser, sous certaines conditions, l'enlèvement des charges ratées. D'une part, on obtiendrait ainsi ce résultat que le travail dangereux se fît à l'aide d'instruments convenables, et, d'autre part, on supprimerait un facteur de danger dont il sera question plus loin, en évitant que des substances explosives, provenant de charges ratées, restent dans la roche ou dans les éboulis et deviennent une cause d'accidents.

La mesure qui prescrit de supprimer les charges ratées en établissant dans le voisinage immédiat de ces dernières un autre trou de mine pour faire exploser avec celui-ci la première charge, ne peut être considérée que comme un pis-aller primitif dans cette difficile question de la prévention pratique des accidents. D'abord, en forant dans le voisinage immédiat d'une charge de mine, on s'expose toujours au danger d'atteindre cette dernière, surtout quand il s'agit de poudre nue dont la répartition locale dans la roche ne peut jamais être fixée avec une précision absolue après une décharge antérieure. D'autre part, on n'est jamais sûr de faire exploser complètement de cette manière la charge ratée.

D'après ces considérations, on a permis, en Angleterre, d'enlever la bourre de trous de mine mesurant plus de 8 pieds de profondeur, à condition que ce travail soit exécuté par l'entrepreneur de l'exploitation ou par une personne par lui autorisée par écrit. Ce travail ne doit être commencé que 12 heures après la mise de feu effectuée et ne doit être exécuté qu'avec des instruments en bois; quand il s'agit de charges de poudre, on doit, en outre, verser abondamment de l'eau dans le trou de mine. Chaque charge ratée enlevée de cette manière doit être consignée par écrit sur un registre.

En Allemagne aussi, il a été permis, récemment, dans les deux bassins houillers les plus importants, de rendre inoffensives les charges ratées par l'enlèvement de la bourre. L'Office royal supérieur des mines, de Breslau, prescrit à cet effet, dans son Ordonnance du 18 janvier 1900 (§ 184), l'emploi de grattoirs en laiton tendre ou en cuivre; mais il admet aussi d'autres instruments, pourvu qu'ils aient reçu l'approbation expresse de l'Office supérieur des mines. Parmi ces derniers on doit mentionner, en premier lieu, l'instrument dit *Besatz-ausstecher* (taille-bourre), de Franz Kühn, de Lehesten, sorte de tarière à mèche spirale en laiton tendre à 6 ou 8 pas

de vis, à laquelle s'adapte une tige de foret de $0^m,01$ de diamètre (1). La rotation se fait à l'aide d'une manivelle en bois passée à travers un « œil » de la tige. L'emploi de cet instrument dans les charbonnages royaux Kœnig, de la Haute-Silésie, s'est montré avantageux et exempt de danger (2); dans d'autres mines silésiennes, le résultat a été moins favorable, le foret s'étant usé trop rapidement (3). Ce dernier inconvénient n'est pas très grave, puisqu'il ne s'agit en somme que d'un instrument employé à titre exceptionnel; il ne faut pas attacher grande importance non plus à ce fait que l'instrument ne doit être manœuvré que sous surveillance spéciale. Le forage d'une bourre profonde de $0^m,8$ dure 6 minutes; d'après d'autres renseignements, cette durée est de 10 à 20 minutes. La hauteur de la bourre doit être connue et marquée sur l'instrument. A Königsgrube, dans des trous de mine chargés à la poudre, la bourre a été évidée jusqu'au niveau de la poudre, et les mines ont été ensuite rechargées au moyen d'une cartouche de poudre de $0^m,05$ de longueur et tirées suivant le mode habituel. Dans les trous de mine chargés à la dynamite, la bourre était évidée jusqu'à $0^m,025$ au-dessus du niveau de la cartouche, puis on introduisait une cartouche détonante, on bourrait le trou et le tir s'effectuait dans les meilleures conditions. L'appareil a été très favorablement apprécié dans la *Revue universelle des Mines,* t. XXI, 1893, p. 338 (Belgique).

Comme innovation digne de remarque, il convient de mentionner enfin le *rince-cartouche,* système *Meyer-Shamrock* (4), fabriqué par la fabrique d'outillages « Westphalia », à Gelsenkirchen. L'appareil consiste en un tube de fer muni d'une tête de cuivre perforée, par lequel on introduit de l'eau sous pression d'abord sur la bourre, puis, éventuellement, sur la substance explosive, de sorte que cette dernière sort du trou de mine sous forme de bourbe liquide. Pour les trous profonds, le tuyau d'arrosage peut être porté à la longueur voulue en vissant ensemble plusieurs pièces; la pression de l'eau est obtenue à l'aide de pompes à main, quand on ne l'a pas autrement à sa disposition, comme, par exemple, dans les mines de houille avec système d'arrosage pour le poussier de charbon. Le procédé, d'ailleurs complètement exempt d'inconvénients, présente seulement des difficultés quand il s'agit de ratés où la charge consiste en substances explosives à base de nitroglycérine. Dans ce cas, il peut arriver que l'eau injectée mette en liberté de la nitroglycérine dont la propagation pourrait

(1) *Compass,* 1893, p. 35.

(2) *Preuss. Ministerial-Zeitschr. für d. Berg-, Hutten- u. Salinenwesen,* 1897, p. 193.

(3) *Id.,* 1895, p. 189.

(4) *Preuss. Ministerial-Zeitschr. für d. Berg-, Hutten- und Salinenwesen,* 1901, p. 126.

occasionner des accidents. Pour ce motif, l'Office supérieur des mines de Dortmund a interdit l'emploi de cet appareil pour les substances explosives à base de nitroglycérine, tandis qu'il a été admis en général pour l'enlèvement des charges ratées provenant d'autres explosifs. En supposant que le dégorgement de la bourre par arrosage ne se fasse que jusqu'à proximité de la cartouche-amorce, c'est-à-dire que celle-ci ne soit point arrosée, l'emploi du rince-cartouche semble également indiqué dans ce cas. Il serait toutefois à désirer que de nouvelles recherches fussent entreprises pour élucider ce point.

13. Le danger de provoquer par un choc violent l'explosion ultérieure de substances explosives non explosées, qui se trouvent soit dans la roche, soit dans des éboulis, est en rapport intime avec la suppression des charges ratées, en ce sens que des éventualités de cette nature peuvent se produire très facilement, lorsqu'on cherche à rendre inoffensive une charge ratée à l'aide d'un trou de mine placé à proximité et que l'on atteint avec le foret la charge du premier trou de mine. Mais, alors même que ce danger toujours possible a été conjuré et que la décharge du coup secondaire a été effectuée, on se trouve encore en présence de la question de savoir si, par le second tir, la charge du coup raté a explosé. On aura donc toujours, dans des cas pareils, à compter avec la présence de substances explosives dangereuses. La production d'accidents de cette nature, dont le coefficient pour l'Angleterre est de 2,45 pour 100 dans les mines et de 2,78 pour 100 dans les carrières, et de 4,07 pour 100 d'après le relevé de la Fédération allemande des carrières, peut enfin être favorisée par l'explosion incomplète de coups de mine qui s'effectuent normalement en apparence. Pour se mettre à l'abri de pareils accidents, on doit avant tout faire en sorte que, avant le bourrage, les trous de mine soient très minutieusement débarrassés de toute poussière de foret; à cet effet, des instruments spéciaux ont été construits, comme, par exemple, le *nettoyeur de trous de mine*, de Volpert (*Pr. Min. Zeitschrift*, 1898, B. p. 104). Il paraît constant que les impuretés qui viennent s'interposer entre les cartouches peuvent empêcher la propagation de l'explosion, si surprenant que semble ce résultat. Il est également établi que, dans le tir de poudre de mine comprimée, certaines parties de la charge n'ont pas fait explosion, parce que des interruptions s'étaient formées, entre les différentes cartouches de la colonne qui constituait la charge, par le fait des douilles de papier retirées des cartouches : on doit donc avoir soin que les cartouches soient en contact immédiat entre elles, et cela poudre à poudre. La présence de résidus d'explosifs dans la masse abattue utilisable peut du reste avoir encore des conséquences dangereuses dans la suite, alors que ces matières auront depuis longtemps quitté le lieu d'exploitation. Ainsi, dans les *Rap-*

ports officiels de l'Office impérial d'assurances (1900, 3e supplément, p. 228), il est fait mention de plusieurs explosions survenues dans les lieux de chauffage et causées par des substances explosives qui se trouvaient encore dans le charbon. Pour cette raison, il est prescrit, en Autriche (1), pour le cas de charges ratées, d'examiner soigneusement la masse abattue pour s'assurer qu'elle ne contient plus de substances explosives, et il est recommandé d'offrir des primes pour la découverte de cartouches et de capsules non explosées.

D'après les données de la statistique anglaise (2), la plupart des accidents imputables à cette cause ont été occasionnés par des explosifs à base de nitroglycérine, et principalement aux époques de l'année où l'on a à compter avec de la dynamite congelée. On devrait alors admettre que, par suite d'insuffisance d'élasticité, la charge ne détone pas complètement, de sorte qu'il reste des résidus pouvant présenter du danger, qu'ils soient ou non à l'état plastique. L'emploi exclusif de dynamite tout à fait molle, tel qu'il a été préconisé plus haut pour des motifs spéciaux, semble avoir plus d'importance à ce dernier point de vue.

Il y a lieu de mentionner, en outre, le danger de creuser à fond les entonnoirs formés par des trous de mine restés en place. Ce danger est généralement admis lorsqu'on fait usage de substances explosives à base de nitroglycérine; les avis semblent partagés en ce qui concerne les autres explosifs, bien que l'explication théorique y soit contraire. L'ordonnance de police des mines de l'Office supérieur des Mines, de Dortmund, du 12 janvier 1895, ne défend cette opération (§ 35) que dans les trous de mine chargés d'explosifs à base de nitroglycérine et la tolère, par suite, pour d'autres explosifs. En ce qui concerne la poudre noire, la question a une grande importance pratique pour les carrières, où l'on pratique le tir au cordeau et en « calebasse ». Ici le cas n'est pas rare où l'on ait à utiliser de nouveau un trou de mine déformé par le tir d'ouverture, afin de pouvoir introduire l'entonnoir en zinc pour recharger à la poudre nue. Des cas pareils peuvent probablement se présenter aussi quand « l'évasement » se fait à la dynamite. Le forage supplémentaire est alors sans aucun doute dangereux, et il doit être interdit avec raison. Dans l'exercice de mes fonctions, je n'ai eu connaissance que d'un seul accident imputable à une cause de cette nature : il s'agissait de faire sauter un foret qui s'était enclavé; ce qui a été essayé d'abord à la poudre, mais en vain; on y réussit avec la dynamite. Pendant le forage auquel il fut pro-

(1) *Unfall-Verh. Vorschr. beim Oesterr. Bergbau;* 1. Heft. Wien, Jos. Manz'sche Buchhandlung, 1901, p. 186.

(2) *Annual Reports of H. M. Insp. of Expl.*, 1900, p. 41.

cédé, le foret vint frapper le contre-maître à l'œil en lui traversant la main. Je ne connais pas de cas où de telles explosions se soient produites pendant l'évasement de trous de mine tirés d'abord à la poudre, bien que les conditions réalisées soient souvent favorables à ce genre d'accidents, à supposer toutefois que pareil danger existe pour les trous de mine tirés à la poudre. La question paraît assez importante pour qu'on cherche à l'élucider définitivement par des expériences spéciales.

16. Le nombre des blessures causées par des débris d'explosion projetés est extraordinairement élevé : en Angleterre, 18,92 pour 100 dans les mines et 27,58 pour 100 dans les carrières; en Allemagne, 29,22 pour 100 pour la Fédération professionnelle des carrières. Dans les carrières, les dangers de cette nature sont notablement plus grands que dans les mines, ce qui s'explique parce que, dans ces dernières, on trouve plus facilement des lieux de refuge sûrs. L'établissement de refuges dans les carrières se heurte malheureusement souvent à de grandes difficultés, car les abris destinés à cet usage doivent naturellement offrir une sauvegarde complète, si l'on veut rendre obligatoire leur installation et leur utilisation. D'un autre côté, cette mesure peut donner lieu à des accidents en masse qui se sont effectivement produits à différentes reprises, lorsqu'on utilisait des tunnels. En tout cas, le chiffre élevé des accidents impose absolument des mesures de précaution plus efficaces dans ce sens. Avant tout, le système des signaux d'alarme doit être mis en œuvre le plus efficacement possible pendant les travaux de mine. On doit, en même temps, dans les carrières à ciel découvert, mettre obstacle à la projection au loin des débris d'explosion, en chargeant et découvrant les coups de la manière convenable; en outre, les ouvriers doivent être prévenus d'avoir à se retirer, au retentissement des signaux d'alarme, à une distance suffisamment éloignée, 200^{m} au moins, ou bien d'avoir à se rendre dans les lieux de refuge destinés à cet effet et solidement construits pour cet usage.

17. Malheureusement, dans une partie des accidents, il n'est pas possible d'établir la cause avec une précision approximative; aussi, 27,40 pour 100 des accidents survenus dans les mines restent-ils sans explication dans la statistique anglaise, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent être attribués à aucune des seize causes ci-dessus mentionnées. Dans les carrières, ce chiffre n'est que de 13,09 pour 100, ce qui peut s'expliquer par ce fait que, dans ces dernières, il est souvent plus facile de déterminer les causes des accidents par des témoignages autorisés.

....

Un questionnaire devrait être formulé d'une manière uniforme et fournir des renseignements sur les points suivants :

1. Date de l'accident (jour et heure);

2. Nombre et nature des blessures de personnes et, le cas échéant, des dégâts matériels;

3. Nature de la substance explosive;

4. Importance de la charge;

5. Cause ou origine de l'accident, brièvement classée dans une des divisions suivantes :

a. Transport;
b. Manipulations avant le chargement;
c. Dégel des dynamites;
d. Chargement et bourrage, suivant détail :
  α. Étincelles,
  β. Restes de feu en ignition,
  γ. Emploi d'outils en fer,
  δ. Emploi d'outils en cuivre, en laiton et en bois,
  ε. Divers (avec une brève description);
e. Inflammation prématurée, suivant détail :
  α. Par l'emploi de mèches de sûreté;
  β. Par l'emploi de mise de feu électrique,
  γ. Divers;
f. Inflammations tardives, suivant détail :
  α. Par l'emploi de mèches,
  β. Par l'emploi de mise de feu électrique (indiquer correctement le mode de feu);
g. Enlèvement de charges ratées (indiquer le procédé);
h. Choc violent d'explosifs intacts restés dans la roche;
i. Débris d'explosion projetés;
k. Causes diverses (avec une brève description).

6. Description aussi détaillée que possible de la cause de l'accident, autant qu'on peut l'établir ou la présumer, avec mention de toutes les circonstances qui peuvent avoir de l'importance (ivresse, etc.).

7. Autres observations recueillies pendant l'enquête et qui sont de nature à intéresser la fixation de l'indemnité. Propositions de perfectionnement.

TABLEAU I.

CAUSES DES ACCIDENTS SUIVANT LES GENRES D'EXPLOITATION ET SUIVANT LES CIRCONSTANCES DES ACCIDENTS (1).

Nombres absolus:

Assurances réunies contre les accidents de l'industrie, du bâtiment et de la navigation.

GENRES D'EXPLOITATION et circonstances des accidents.	Total général.	NOMBRE DES PERSONNES TUÉES ET DES PERSONNES BLESSÉES au profit desquelles des indemnités furent fixées pour la première fois en 1887 et 1897.															
				CAUSES DES ACCIDENTS													
					CAUSES ÉTABLIES ET DÉMONTRÉES.												
		Causes non établies, non démontrées.	Total.	Systèmes d'exploitation défectueux, etc.	Manque ou insuffisance des dispositifs de protection.	Manque ou insuffisance d'instructions, etc.	Faute de l'employeur (colonnes 5 à 7).	Maladresse, inattention, etc.	Non-emploi ou suppression des dispositifs de protection.	(Contravention aux règlements en vigueur ou aux instructions reçues.	Imprudence, querelle, rallierie, ivresse, etc.	Vêtements non appropriés (cravates flottantes, tabliers, etc.).	Faute de l'ouvrier (colonne 9 à 13).	Faute simultanée de l'employeur et de l'employé.	Fautes d'auxiliaires ou d'autres personnes.	Dangers d'exploitation inévitables.	Causes diverses (force majeure, cas fortuits, etc.).
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Substances explosives :																	
Explosions de poudre et de dynamite. (Préparation, transport et emploi.) — 1897 ..	439	121	318	24	3	27	54	28	2	80	29		139	19	28	78	
Explosions de poudre et de dynamite. (Préparation, transport et emploi.) — 1887...	288	65	223	17	9	24	50	31	3	33	7		74	10	17	72	

(1) Rapports officiels de l'*Office impérial d'assurances*, 1900, 2e supplément, p. 10-11.

TABLEAU II.

Nombres pour cent.

GENRES D'EXPLOITATION et circonstances des accidents.	NOMBRE DES PERSONNES TUÉES ET DES PERSONNES BLESSÉES au profit desquelles une indemnité fut fixée pour la première fois en 1887 et 1897.															
			CAUSES DES ACCIDENTS													
				CAUSES ÉTABLIES ET DÉMONTRÉES.												
	Causes non établies, non démontrées.	Total.	Systèmes d'exploitation défectueux.	Manque ou insuffisance des dispositifs de protection.	Manque ou insuffisance d'instructions, etc.	Faute de l'employeur (colonnes 4 à 6).	Maladresse, inattention, etc.	Non-emploi ou suppression des dispositifs de protection.	Contravention aux règlements en vigueur ou aux instructions reçues.	Imprudence, querelle, raillerie, ivresse, etc.	Vêtements non appropriés (cravates flottantes, tabliers, etc.).	Faute de l'ouvrier (colonnes 8 à 12).	Faute simultanée de l'employeur et de l'employé.	Faute des auxiliaires et d'autres personnes.	Dangers d'exploitation inévitables.	Causes diverses (force majeure, cas fortuits, etc.).
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Substances explosives :																
Explosions de poudre et de dynamite. 1897.....	27,56	72,44	7,55	0,94	8,49	16,98	8,80	0,63	25,16	9,12		43,71	5,97	8,81	24,53	
Explosions de poudre et de dynamite. 1887.....	22,57	77,43	7,62	4,04	10,76	22,42	13,90	1,34	14,80	3,14		33,18	4,49	7,62	32,29	

TABLEAU III.

DE L'ENSEMBLE DES ACCIDENTS INDEMNISÉS POUR LA PREMIÈRE FOIS EN 1887 ET EN 1897 (ASSURANCES DE L'INDUSTRIE, DU BATIMENT ET DE LA NAVIGATION) (1), SURVENUS PENDANT LE TRANSPORT, L'EMPLOI (ET LA FABRICATION) DES SUBSTANCES EXPLOSIVES.

NUMÉROS d'ordre.	DÉSIGNATION DES CIRCONSTANCES de l'accident.	1887. CHIFFRES ABSOLUS. TOTALITÉ des blessures.	1887. CHIFFRES ABSOLUS. BLESSURES mortelles.	1887. CHIFFRES P^r 100. TOTALITÉ des blessures.	1887. CHIFFRES P^r 100. BLESSURES mortelles.	1897. CHIFFRES ABSOLUS. TOTALITÉ des blessures.	1897. CHIFFRES ABSOLUS. BLESSURES mortelles.	1897. CHIFFRES P^r 100. TOTALITÉ des blessures.	1897. CHIFFRES P^r 100. BLESSURES mortelles.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Conservation	11	6	4,54	2,45	2	2	0,51	0,51
2	Transport	10	4	4,13	1,65	6	4	1,53	1,02
3	Préparation de cartouches de dynamite	8	2	3,31	0,83	5	2	1,28	0,51
4	Bourrage	65	15	26,86	6,20	71	6	18,16	1,53
5	Décharges (inflammations prématurées, inflammations tardives, débris d'explosion)	93	32	38,43	13,22	183	49	46,80	12,53
6	Enlèvement de charges ratées	32	5	13,22	2,07	39	3	9,97	0,77
7	Forage de trous de mine (sondage au foret de charges manquées et percement de ces dernières)	17 { 13	4 { 2	7,02 { 5,37	1,60 { 0,83	30 { 26	3 { 3	7,67 { 6,65	0,77 { 0,77
8	Déblai des masses abattues par explosion	4	2	1,65	0,83	4		1,02	
9	Tirs effectués en contravention aux règlements	4	1	1,65	0,41	5		1,28	
10	Divers	2	1	0,83	0,41	50	18	12,79	4,59
	Total { pendant l'emploi	242	70	99,99	28,90	391	87	99,99	22,23
	Total { pendant la fabrication	46	16			48	24		
	Total général	288	86			439	111		

(1) Rapports officiels de l'*Office impérial d'assurances*, 1900, 3e supplément, p. 224-228.

APPENDICE 3.

TABLEAU IV.

STATISTIQUE DES 787 ACCIDENTS SURVENUS DANS LES TRAVAUX DE SAUTAGE ET INDEMNISÉS DE 1885 A 1897 PAR LA FÉDÉRATION PROFESSIONNELLE (ALLEMANDE) DES CARRIÈRES.

NUMÉROS D'ORDRE.	CAUSES ET CIRCONSTANCES des accidents.	PENDANT LE TIR		TOTAL EN CHIFFRES	
		avec la poudre nue.	avec des cartouches (poudre, dynamite, etc.).	absolus.	pour 100.
1	2	3	4	5	6
1	Maniement imprudent de substances explosives	38	36	74	9,40
2	Explosion pendant le chargement et pendant le bourrage	132	47	204 (179	25,92 (22,74
3	Chargement répété d'un trou de mine.	20	5	204) 25	25,92) 3,18
4	Explosion prématurée de la charge	50	27	77	9,78
5	Explosion tardive pendant l'examen de la charge après le coup	13	3	16	2,03
6	Évidement au foret de charges	92	53	145	18,42
7	Explosion de charges ratées pendant le cassement de pierres, etc	4	28	32	4,07
8	Insuffisance d'abri contre les débris d'explosion	114	66	230 (180	29,22 (22,87
9	Sortie prématurée de l'abri	34	16	230) 50	29,22) 6,35
10	Causes diverses	1	8	9	1,14
	Total	498	289	787	99,98

(1) *Monatsschrift der Steinbruchs-Berufs-Genossenschaft*, 1897, p. 115.

TABLEAU V.

	ANGLETERRE (1896-1901). — Nature des substances explosives.	EXPLOITATIONS MINIÈRES DE TOUTES SORTES.							EXPLOITATION DES CARRIÈRES.						
		CHIFFRES ABSOLUS.			CHIFFRES POUR 100.				CHIFFRES ABSOLUS.			CHIFFRES POUR 100.			
		Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Cas mortels par 100 blessés.	Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Cas mortels par 100 blessés.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Poudre de mine	942	1080	95	66,01	64,83	5,70	8,80	369	453	41	73,21	73,06	6,62	9,05
2	Poudre de mine et dynamite	1	1		0,07	0,06			4	7	2	0,79	1,13	0,32	28,57
3	Explosifs à base de nitroglycérine	284	354	51	19,90	21,25	3,06	14,41	116	145	25	23,02	23,39	4,03	17,24
4	Explosifs à base de nitrate d'ammoniaque	136	158	21	9,52	9,48	1,26	13,29	7	7		1,39	1,13		
5	Explosifs à base de nitrocellulose	4	6	1	0,28	0,36	0,06	16,67	3	3	1	0,60	0,48	0,16	33,33
6	Capsules détonantes	57	64		3,99	3,84			5	5		0,99	0,81		
7	Mèches de sûreté	1	1		0,07	0,06									
8	Divers	2	2	1	0,14	0,12	0,06	50,00							
9	Total	1427	1666	169	100,00	100,00	10,14		504	620	69	100,00	100,00	11,13	
	Sur 1000 ouvriers employés au souterrain ou à l'intérieur des carrières : Moyenne générale (1896-1901)					0,4558	0,0463						1,7167	0,1896	

TABLEAU VI.

ANGLETERRE (1896-1901).

CAUSES ET CIRCONSTANCES des accidents.

		EXPLOITATIONS MINIÈRES DE TOUTES SORTES.							EXPLOITATION DES CARRIÈRES.						
		CHIFFRES ABSOLUS.			CHIFFRES POUR 100.				CHIFFRES ABSOLUS.			CHIFFRES POUR 100.			
		Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Cas mortels par 100 blessés.	Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Accidents.	PERSONNES blessées. Total.	PERSONNES blessées. Blessures mortelles.	Cas mortels par 100 blessés.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Transport	75	79	6	5,26	4,74	0,36	7,60	2	2		0,40	0,32		
2	Manipulation avant le chargement	7	7	1	0,49	0,42	0,06	14,29							
3	Dégel	2	3		0,14	0,18			3	3		0,59	0,48		
4	Inflammations prématurées. Pendant le chargement et le bourrage. Résidus de feu en ignition	2	4	1	0,14	0,24	0,06	25,00	34	49	2	6,75	7,90	0,32	4,08
5	Étincelles	140	175	10	9,81	10,51	0,60	5,71	25	28	2	4,96	4,52	0,32	7,14
6	Emploi d'outils en fer	19	22	4	1,33	1,32	0,24	18,18	31	40	8	6,15	6,45	1,29	20,00
7	Emploi d'outils en cuivre, en laiton, en bois	153	214	33	10,72	12,85	1,98	15,42	54	72	14	10,71	11,61	2,26	19,44
8	Divers	9	10	1	0,63	0,60	0,06	10,00	9	12	2	1,79	1,94	0,32	16,67
9	Emploi de fusées	109	115	12	7,64	6,90	0,72	10,43	8	8	1	1,59	1,29	0,16	12,50
10	Emploi de mèches de sûreté	34	42	6	2,38	2,52	0,36	14,29	27	29	3	5,36	4,68	0,48	10,34
11	Emploi d'un allumage électrique	9	9	5	0,63	0,54	0,30	55,55	1	1		0,20	0,16		
12	Divers	4	4		0,28	0,24									
13	Inflammations tardives	126	142	10	8,83	8,52	0,60	7,04	32	35	2	6,35	5,65	0,32	5,71
14	Enlèvement de charges ratées	42	52	7	2,94	3,12	0,42	13,46	59	87	3	11,71	14,03	0,48	3,45
15	Choc violent d'explosifs intacts dans la roche ou dans les éboulis	35	48	6	2,45	2,88	0,36	12,50	14	17	2	2,78	2,74	0,32	11,76
16	Débris d'explosion projetés	270	280	20	18,92	16,81	1,20	7,14	139	162	23	27,58	26,13	3,71	14,20
17	Divers ou causes inexpliquées	391	460	47	27,40	27,61	2,82	10,22	66	75	7	13,09	12,10	1,15	9,33
	Total	1427	1666	169	100,00	100,00	10,14		504	620	69	100,00	100,00	11,13	

TABLEAU VII (1).

ACCIDENTS SURVENUS EN ANGLETERRE

pendant l'année 1901 par l'emploi de substances à base de nitroglycérine.

NUMÉROS D'ORDRE.	CAUSES DES ACCIDENTS.	JANVIER.	FEVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Bourrage.....	3	4	4	1					1		1	1
2	Sondage de charges non explosées.....	1	1	2		1						1	
3	Choc violent d'explosifs restés dans les éboulis.....	3	2	1	1	1				1			1
	Total.....	7	7	7	2	2				2		2	2

(1) *Annual Report of H. M. Inspectors of Explosives for the year* 1901, p. 42.

ANNEXE N° 3.

MÉTHODES

POUR L'ÉPREUVE DES SUBSTANCES EXPLOSIVES

AVEC EXAMEN SPÉCIAL

DE L'ÉPREUVE DES BLOCS DE PLOMB DE TRAUZL;

PAR

le Dr H. BRUNSWIG (Neubabelsberg).

On sait que l'on ne connaît pas encore de méthode qui permette d'évaluer d'une manière parfaitement exacte la force explosive, telle qu'elle se manifeste dans les conditions de la technique des travaux de sautage. Pour obtenir une estimation se rapprochant de la réalité en ce qui concerne la valeur d'une substance explosive, on n'a, pour le moment, d'autre moyen que d'employer des méthodes d'épreuves aussi diverses que possible. Chacune de ces méthodes correspond à un fragment du tableau d'ensemble, toujours incomplet, que l'on peut se faire de la force d'une substance explosive.

La caractéristique générale de toute substance susceptible de réaction, par suite aussi de chaque matière explosive, est sa teneur en énergie. Il s'ensuit que cette quantité, facile à déterminer, doit être employée en première ligne comme mesure de la valeur de la force des substances explosives. Si l'on range les substances explosives les plus connues suivant le chiffre de leur teneur en énergie, on obtient parfois un groupement différent de celui que l'on pouvait prévoir d'après le rapport des valeurs obtenues dans la pratique. Une étude plus approfondie de ce sujet apprend

en général que la teneur en énergie ne peut intervenir comme mesure de la force relative que pour les substances explosives employées parallèlement, et cela parce que, dans ce cas, les applications sont, en général, similaires.

Le volume spécifique des gaz, tel qu'on le mesure dans des gazomètres appropriés, après avoir fait détoner la substance explosive dans une bombe, conduit aussi à certaines conclusions sur les rapports qui existent entre les constantes physiques et la force d'une substance explosive. Les explosifs les plus connus, rangés d'après le volume spécifique des gaz, se classent généralement dans un ordre précisément inverse de celui qui résulterait de leur teneur en énergie, et l'on peut déjà conclure de cette complète divergence que ni la teneur en énergie, ni le volume spécifique des gaz ne suffisent pour donner une idée convenable de la force explosive réelle.

Comme mesure relative de la capacité de travail mécanique des substances explosives, on pourrait également faire intervenir le produit de la teneur en énergie (exprimé en calories) par le volume spécifique des gaz, divisé par la chaleur spécifique des produits de la détonation. Mais, ici encore, on arrive à des rapports inexacts, dont la cause réside en ceci qu'aucun compte n'est tenu de la vitesse avec laquelle se développent les gaz de l'explosion. En général, l'absence du facteur « vitesse » se fait sentir dans l'évaluation de la force explosive, et il est très regrettable qu'il n'existe encore aucune méthode pratique pour déterminer, par des essais de laboratoire, la vitesse des phénomènes d'explosion.

Mais, si la vitesse de détonation ne se prête guère à des mesures exactes, une fonction de cette vitesse, la pression d'explosion, peut être suffisamment déterminée, à l'aide d'appareils d'écrasement, dans des bombes résistantes. Toutes choses égales d'ailleurs, la pression des gaz de l'explosion dépend de leur température, et cette dernière est, dans des circonstances égales d'ailleurs, d'autant plus élevée qu'il s'écoule moins de temps pour la déperdition de la chaleur vers l'extérieur et, par suite, que la transformation explosive s'accomplit plus rapidement. De là se déduit le rapport intime entre la rapidité de l'explosion et la pression des gaz produits; si l'on détermine les pressions réalisées pour des densités de chargement croissantes et que l'on construise, avec les valeurs ainsi obtenues, une courbe qui donne la pression correspondant à une densité égale à 1, on aura la « pression spécifique » de l'explosif mis en essai. De toutes les constantes physiques qui caractérisent la force des substances explosives, la pression spécifique est la mieux appropriée pour une évaluation relative de « l'efficacité » réelle des substances explosives.

Outre les méthodes précédentes, concernant la mesure de la force explosive absolue, le technicien a à sa disposition un grand choix de pro-

cédés purement empiriques, n'ayant tous d'autre but que de faciliter l'évaluation, par voie de comparaison, de la force relative des substances explosives.

D'après le procédé de Trauzl, on produit l'explosion de la substance explosive dans un cylindre en plomb de dimensions déterminées, portant un évidement central de dimensions également connues. Dans cet évidement on introduit un poids connu de la substance explosive qu'il s'agit de soumettre à l'épreuve ; on y adapte une capsule détonante et une mèche, on remplit l'intervalle resté libre de sable ou d'argile, on dispose généralement le tout entre des plaques de fer, et l'on fait partir la charge. Il se produit un creux en forme de bouteille, que l'on mesure en y introduisant de l'eau d'un vase gradué. Le volume de l'évidement est déduit du chiffre trouvé.

Ce mode d'épreuve aux blocs de plomb paraît bien être la plus répandue de toutes les méthodes empiriques pour la mesure comparative de la force des substances explosives. Elle justifie suffisamment sa renommée par ce fait qu'elle se rapproche le mieux des conditions pratiques du travail dans le trou de mine. Les grands services rendus jusqu'à présent à la technique des travaux de sautage par l'épreuve de Trauzl aux blocs de plomb ne sauraient être méconnus, et ils se multiplieront sans doute encore si l'on réussit à lui assurer quelque uniformité, de manière que les résultats obtenus dans des exploitations différentes puissent être comparés entre eux. Cette épreuve mérite donc une étude spéciale qui sera présentée comme conclusion du présent Mémoire.

Les substances explosives douées d'une grande vitesse de détonation, comme la dynamite, le fulmi-coton, l'acide picrique, n'ont même pas besoin, comme on le sait, d'être confinées dans un espace clos pour réaliser la détonation complète. Il suffit de placer l'explosif dont il s'agit sur un rail de fer, sur un seuil de bois, sur une plaque de plomb, et d'en provoquer l'explosion à l'aide d'une capsule détonante ; la dimension de l'éclat, la profondeur de l'empreinte et d'autres indices analogues, permettent de tirer une conclusion sur la force explosive. Plusieurs méthodes ont été imaginées d'après ce principe ; mais, à cause de leur faible degré de précision, elles ne paraissent applicables qu'à l'épreuve de petites quantités de substance explosive, telles que capsules détonantes et amorces.

Les épreuves par écrasement présentent une importance prépondérante ; elles sont fondées sur ce principe que la valeur de la pression développée par les gaz peut être mesurée par le degré d'écrasement de corps malléables et de forme convenable disposés à proximité de la substance explosive qui détone. A l'exemple de Noble, qui le premier appliqua ce procédé dans ses expériences fondamentales sur la décomposition explosive de la poudre noire, on se sert généralement de petits cylindres de cuivre ou de plomb

tendre et homogène. Les résultats diffèrent suivant que la pression des gaz agit sur le piston d'écrasement dans un espace clos ou, au contraire, à l'air libre ou par l'intermédiaire de l'eau, etc.

Dans les méthodes du deuxième type, où la substance explosive et l'appareil d'écrasement réagissent l'un sur l'autre à l'air libre ou par l'intermédiaire de l'eau, il peut arriver qu'on obtienne des écrasements égaux du cylindre métallique malléable par l'action de deux substances explosives très différentes. Il se produit compensation, d'une part, entre une grande densité de la substance explosive et une faible vitesse de détonation; d'autre part, entre une faible densité et une grande vitesse de détonation.

Dans les méthodes du premier type, les gaz développés exercent leur pression sur le piston d'écrasement dans un espace clos.

Ici, la densité de chargement dans la bombe joue un rôle essentiel; dans la partie théorique de ce Mémoire, nous avons déjà montré que la pression dite *spécifique,* correspondant à une densité de chargement égale à 1, pouvait servir de caractéristique de la force explosive. Plus les densités de chargement sont faibles, moins le caractère spécial de la substance explosive apparaît nettement, et plus les circonstances secondaires, comme le dégagement de chaleur vers l'extérieur, exercent leur influence.

La méthode la plus ancienne pour évaluer la force explosive consistait à mesurer la distance à laquelle un projectile d'un poids déterminé pouvait être lancé par un mortier. On ne l'emploie plus maintenant pour la poudre, mais seulement pour les explosifs détonants; on admet alors que la décomposition de l'explosif est complètement achevée avant que le projectile ait quitté la chambre du mortier. La mesure de la force développée est donnée soit par la portée du projectile (mortier d'épreuve), soit par la déviation d'un mortier suspendu en pendule (pendule balistique). L'inertie des grosses masses qu'il s'agit de mettre en mouvement empêche souvent de reconnaître les différences même considérables des propriétés de différentes substances explosives. En ce qui concerne particulièrement le pendule balistique, la déviation doit être d'autant plus faible que le mortier a moins de temps pour transformer en mouvement circulaire la force tangentielle qui lui a été imprimée par l'explosion. Une partie considérable de l'énergie se manifestera toujours sous forme de traction sur la tige du pendule; d'autres parties seront absorbées pour l'échauffement, ainsi que pour les déformations passagères et pour les déformations permanentes du mortier et du projectile. Il résulte de là un fort mauvais rendement des substances explosives dans le pendule balistique.

Nous revenons maintenant à la description de la méthode de Trauzl aux blocs de plomb.

Le phénomène de l'évasement du cylindre serait réalisé de façon idéale si la quantité d'énergie totale de la substance explosive était absorbée uni-

quement pour la déformation du cylindre de plomb. Un explosif se rapprochera de ce cas limite d'autant plus qu'il restera un temps moindre aux gaz de l'explosion pour les actions secondaires imprévues, telles que l'échauffement ou la fusion du cylindre de plomb, l'échappement par le canal de chargement, etc. En réalité, ces phénomènes sont plus ou moins prédominants; avec les explosifs du type de la poudre noire, ils le sont même à un degré tel que la valeur de l'épreuve de Trauzl aux blocs de plomb devient illusoire. Et il est difficile de voir comment on pourrait remédier à ces inconvénients sans rejeter entièrement toute la méthode.

Un deuxième défaut de l'épreuve de Trauzl montre combien il est nécessaire, dans l'évaluation de la force explosive, de ne pas perdre de vue que chaque méthode de mesure n'a qu'une valeur conditionnelle. Pour citer un exemple, rappelons l'opinion primitive sur la force surprenante des substances explosives à base d'aluminium, opinion qui était fondée sur ce fait que l'on obtenait des évasements exceptionnels dans le bloc de plomb. Ce n'est que plus tard que l'on songea à une cause d'erreur possible, laquelle a pu être mise en évidence par des expériences spéciales.

Plus le volume de gaz développé par une substance explosive est grand, soit parce que la température du mélange des gaz atteint un degré élevé, soit en raison du volume spécifique des gaz, soit pour ces deux motifs réunis, plus les parois de plomb du cylindre de Trauzl sont écartées les unes des autres, plus elles sont affaiblies et, par suite, distendues d'une manière disproportionnée. Ce résultat est facile à démontrer expérimentalement. On n'a qu'à faire exploser des charges graduellement croissantes d'un seul et même explosif dans le cylindre de plomb ou, mieux encore, dans une bombe de plomb, et à rapporter les évasements formés aux quantités en poids correspondantes. On trouve que les substances explosives à volume spécifique des gaz relativement faible produisent des évasements qui croissent presque proportionnellement avec les quantités en poids; mais, lorsque le volume spécifique des gaz est grand, les évasements augmentent bien plus rapidement, à savoir suivant une puissance du poids. Par suite, si l'on suppose arbitrairement qu'une charge de substance explosive de 10^g ou de 20^g forme l'unité d'après laquelle les forces explosives doivent être mesurées et comparées dans le bloc de plomb, il est impossible, sans connaître exactement la loi d'après laquelle les évasements varient avec la charge pour chaque substance explosive, de se faire une idée des rapports auxquels donneront lieu les forces explosives entre elles dans d'autres conditions. En particulier, on ne saurait tirer d'une telle épreuve aucune conclusion fondée en ce qui concerne les rapports des effets dans le trou de mine.

Une illusion de ce genre paraît se produire au sujet des substances explosives à base d'aluminium, lorsque, dans les descriptions du brevet qui

s'y rapporte, on ne tient compte que des évasements énormes réalisés dans le bloc de plomb, et non des résultats réels d'expériences dans des travaux de sautage. Le volume spécifique des gaz des explosifs au nitrate d'ammonium est très grand. Lorsque ces explosifs contiennent de la poudre d'aluminium en petite proportion, la température des produits de l'explosion, relativement basse, subit une élévation considérable, et l'on se rapproche ainsi des conditions où le cylindre de plomb de Trauzl ne permet plus de comparaison directe.

La fixation de la quantité de l'explosif à éprouver influe sans doute aussi sur les résultats des autres méthodes; mais, pour ces dernières, cette influence ne se fait pas sentir au même degré que pour l'épreuve si répandue aux blocs de plomb de Trauzl.

A ce point de vue, il serait désirable d'abandonner complètement les cylindres de plomb de 140^{mm} de diamètre, qui donnent facilement des évasements disproportionnés, et d'employer exclusivement des cylindres de 200^{mm} de diamètre.

Le poids d'explosif de 20^{g}, que l'on emploie pour les cylindres de 200^{mm} de diamètre, est trop grand et pourrait être réduit utilement à 10^{g}, afin d'éviter encore la production d'évasements disproportionnés.

Il paraît convenable de fixer le diamètre du canal de chargement à 25^{mm}, tant au point de vue du placement des 10^{g} de substance explosive et de la capsule détonante qu'au point de vue d'une épaisseur suffisante des parois du bloc de plomb.

La profondeur de 125^{mm} du canal de chargement, qui est la plus usitée, devrait être conservée; la hauteur du cylindre de plomb en résulterait. Les dimensions extérieures du cylindre de plomb seraient, par suite, de 200^{mm} de hauteur sur 200^{mm} de diamètre ou, pour mettre à profit les avantages d'une forme légèrement conique, sur 205^{mm} de diamètre en bas et 195^{mm} de diamètre en haut. Le poids de ce cylindre de plomb serait d'environ 70^{kg}.

L'élargissement du canal de chargement à son orifice de sortie est laissé complètement de côté.

Comme matière pour les cylindres de plomb, le meilleur plomb tendre raffiné doit être recommandé exclusivement. Dans des cas spéciaux, on prélèvera, par mesure de précaution, dans une seule et même fonte, les cylindres destinés à une série déterminée. Pendant la fonte des cylindres de plomb, on doit prendre soin qu'il ne se produise pas de défauts d'homogénéité dans le métal.

On a renoncé à entourer les 10^{g} d'explosif dans une enveloppe de papier, parchemin, feuille d'étain, fer-blanc, etc. Pour séparer la substance explosive du bourrage, un petit bourrelet d'ouate sèche suffit.

Comme amorce initiale on propose une capsule détonante de 2^{g} de

charge, capsule insérée au milieu de la substance explosive avec mise de feu exclusivement électrique.

Le bourrage consiste en sable marin parfaitement séché, amené par tamisage à une grosseur de grain déterminée ainsi qu'à une densité gravimétrique donnée. Le sable ayant passé par un tamis de 24 mailles au centimètre paraît suffisant. La densité gravimétrique, déterminée à l'aide de l'appareil usité pour la poudre noire, varierait entre 1400^{g} et 1450^{g} par litre. Chaque centimètre de hauteur du canal de chargement doit, par suite, contenir environ 7^{g} de sable, ce dont on s'assure le mieux possible.

On a abandonné, comme compliqué et non indispensable, le montage jadis très employé du cylindre à l'aide de plaques de fermeture et d'un cadre en fer. On se contente de niveler le bourrage de sable, de coller pardessus du papier gommé et de placer ensuite le cylindre de plomb sur une plaque de fer, le canal de chargement dirigé vers le bas. Le poids toujours égal du cylindre de plomb forme ainsi la surcharge du bourrage de sable.

Le tir a lieu quand la masse atteint une température de 20° C.

Les résultats obtenus avec de telles précautions sont concordants et comparables entre eux, lorsqu'on prend soin, en outre, que la substance explosive à éprouver soit de qualité déterminée, particulièrement qu'elle présente une densité gravimétrique constante, autant que possible. On ne saurait donner de prescriptions spéciales sur ce point très important, car on ne connaît pas encore le moyen de déterminer d'une manière certaine la densité gravimétrique de substances telles que le nitrate d'ammoniaque, par exemple. Il suffira d'indiquer que l'on doit procéder, dans chaque cas, de la manière la plus uniforme et la mieux appropriée au but à atteindre.

L'évasement du cylindre de plomb, déterminé par l'explosion, est donné par la différence entre l'espace creux total et le canal de chargement évalués en centimètres cubes.

Comme explosif type, la dynamite à la guhr à 75 pour 100 se recommande par l'uniformité de sa qualité, facile à obtenir, ainsi que par sa propriété de détoner complètement.

ANNEXE N° 4.

MÉTHODES

POUR L'ÉPREUVE DE LA FORCE DÉVELOPPÉE

PAR LES SUBSTANCES EXPLOSIVES;

PAR

le Directeur C.-E. BICHEL (Hambourg).

Le Mémoire que j'ai sous les yeux, concernant le même sujet, a fait ressortir les défauts inhérents aux instruments de mesure qui existent actuellement pour déterminer la force développée par les substances explosives, expliquant aussi les motifs pour lesquels ces instruments ne sont pas appropriés au but à atteindre. Les modes d'épreuve actuels sont décrits, et finalement des propositions sont faites tendant à adopter et à employer généralement, et d'une manière uniforme, le bloc de plomb comme le plus sûr de tous les moyens d'épreuve existants.

Le manque de méthodes et d'instruments de mesure convenables s'est fait sentir, surtout pour la fabrication et pour l'examen de nouvelles substances explosives, alors qu'il s'agissait de répondre aux exigences particulièrement pressantes de l'industrie minière, par suite des coups de grisou et de la présence de poussières de charbon.

C'est pourquoi je me suis appliqué, depuis de longues années, à introduire des perfectionnements dans cet ordre d'idées. Je crois pouvoir considérer comme connues les publications que j'ai faites sur ce sujet, en 1902, dans la *Revue de l'industrie des mines, de la métallurgie et des salines* (*Zeitchrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen*). L'exposé des conditions et des procédés qui forment la base du problème ayant pour but de

trouver des procédés de mesure pratiques paraît être un sujet particulièrement intéressant pour le Congrès, et qui mérite d'y être discuté.

Nous désignerons par le terme *action d'un explosif* la modification produite par le tir dans le pourtour immédiat ou non du trou de mine.

Il n'est pas possible de mesurer d'une manière exacte ces modifications, car il n'est pas toujours facile de juger de leur étendue. Néanmoins, l'observation et l'expérience recueillies dans une longue pratique constituent la meilleure base pour apprécier la valeur économique des substances explosives. Mais de pareilles expériences présentent de si grandes difficultés, dans l'industrie minière, qu'elles ne peuvent être mises en œuvre que lorsqu'il s'agit de faire connaître une nouvelle substance explosive. Et même lorsque, par suite de circonstances particulièrement favorables, les difficultés que comporte cette épreuve pratique peuvent être surmontées, il est très rare que les matériaux qu'il s'agit de faire sauter se présentent dans des conditions d'uniformité et de simplicité qui permettent de tirer des conclusions exactes d'un nombre de tirs qui ne soit pas trop considérable.

Pour ce motif, il est devenu nécessaire de suivre les *causes* de l'action des substances explosives, et d'essayer de les mesurer, chacune à part, aussi exactement que possible.

L'action d'une substance explosive, dans le trou de mine, est provoquée, d'une part, par la pression exercée sur les parois du trou de mine et sur la masse environnante par les gaz d'explosion qui, pour une charge bien bourrée, se développent sous l'influence de l'échauffement, la substance explosive détonant dans son propre volume, et, d'autre part, par le choc des produits gazeux et solides de l'explosion, résultant du mouvement accéléré qui leur est imprimé par la décomposition de la substance explosive. L'action se manifeste par la destruction des matériaux immédiatement en contact avec les parois du trou de mine et par leur projection vers la couche à déblayer, dans la direction du côté libre. Les matériaux à faire sauter, que ce soit du charbon, de la roche des parois ou du minerai, diffèrent, tant au point de vue de la dureté et de la cohésion qu'au point de vue de l'*absorption de la chaleur*.

L'enregistrement du phénomène de l'explosion doit tenir compte de ces trois ordres de causes : la pression des gaz, la vitesse de détonation et l'absorption de la chaleur par les parois du trou de mine. Nous les passerons successivement en revue.

La pression développée par les gaz échauffés au moment du maximum de pression est, sans aucun doute, intimement liée à la vitesse de décomposition de l'explosif, solide ou liquide, en produits gazeux. La valeur de cette pression est diminuée dans une certaine proportion par le refroidisse-

ment des parois environnantes, proportion qui varie suivant la nature des matériaux sur lesquels on opère. D'un autre côté, la manière dont les produits gazeux de l'explosion se comportent, au point de vue de la chaleur, influera aussi sur l'importance de la chute de pression résultant des condensations sur les parois du trou de mine. On peut donc dire que l'effet utile des substances explosives varie suivant que les matériaux à faire sauter présentent une plus ou moins grande tendance à absorber de la chaleur, ou la substance explosive à en dégager. C'est ainsi que les explosifs qui dégagent beaucoup de vapeur d'eau, comme les poudres au nitrate d'ammoniaque, par exemple, donnent lieu à une forte condensation et produisent, par suite, un faible rendement.

Si l'on pouvait imaginer le tir d'une charge dans un milieu consistant en matériaux qui ne soient pas susceptibles d'absorber de la chaleur, on aurait à mesurer une pression comme il ne s'en produit pas dans la réalité, et que l'on pourrait appeler *pression idéale,* parce qu'elle serait indépendante de la condensation des gaz de l'explosion et de la faculté d'absorption de la chaleur des matériaux environnants. On devra orienter le choix de la méthode de mesure de l'action de l'explosif, de manière à pouvoir, sinon déterminer directement, au moins évaluer cette pression idéale, de même qu'on établit pour les machines le rendement théorique et l'effet utile.

Le *maximum de pression* qui est atteint pendant l'explosion n'a qu'une très courte durée. A cause de la destruction des parois, de la formation de fissures et de l'agrandissement de l'espace dont disposent les gaz de l'explosion, il est probablement rare que l'on obtienne, pendant le tir dans le trou de mine, une pression aussi élevée que celle qui est réalisée dans un mortier d'acier à parois résistantes. Même dans une pareille chambre, la durée du maximum de pression est fort courte. Le refroidissement des gaz la fait baisser bientôt au degré de la pression que les gaz développent à la température du milieu ambiant. Il s'agit, en outre, de savoir de quelle manière la composition des produits de décomposition des substances explosives diffère, au moment de la température la plus élevée, de celle qui s'établit après le refroidissement. Dans les travaux de mine, il est important de connaître la composition des *gaz refroidis* et d'apprécier les inconvénients qu'ils peuvent présenter pour la santé des mineurs. Mais, pour les spécialistes, il est beaucoup plus intéressant de connaître la composition des *produits de la décomposition au maximum de température.* L'analyse de ces produits présente des difficultés. Leur connaissance donnerait une indication extrêmement précieuse sur la question de savoir quels sont les gaz qui, à la plus haute température, produisent la pression la plus élevée.

Il est utile, pour le spécialiste, de connaître la *vitesse* avec laquelle s'effectue la transformation des explosifs solides ou liquides en matières gazeuses, non seulement parce qu'elle est l'indice de l'action de choc qui attaque les parois environnantes du trou de mine, mais aussi parce qu'elle présente de l'intérêt pour l'appréciation de la sécurité au point de vue des coups de grisou, et, sous ce rapport, elle a une signification décisive.

Tels sont les phénomènes qui doivent être soumis aux procédés de mesure.

Il serait fort à désirer de pouvoir enregistrer les trois phénomènes dans *un seul* appareil. Mais cette pratique n'a pas paru jusqu'ici réalisable.

En ce qui concerne la *pression*, en premier lieu, il n'est pas difficile de la mesurer dans une chambre de quelque dimension avec une densité de chargement d'environ $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{800}$. L'emploi de densités plus fortes rencontre un obstacle dans la vitesse de détonation, laquelle détermine la destruction du matériel environnant, étant supposé que l'on emploie des quantités telles qu'il y ait réellement décomposition complète de la substance explosive et que l'influence de l'amorce puisse être négligée. On doit encore faire cette supposition pour d'autres motifs, notamment dans le cas où l'on a affaire à des substances explosives dont la décomposition est difficile et irrégulière. Il serait à désirer que l'on réussît au moins, par une construction solide, à porter la densité de chargement à $\frac{1}{6}$, voire même à $\frac{1}{3}$. Ces desiderata ont une limite cependant dans l'application du manomètre à ressort; avec de faibles densités de chargement et des pressions de 100^{atm} et au-dessus, on a obtenu des résultats satisfaisants.

Si, sous ce rapport, une faible densité de chargement doit être considérée comme un inconvénient, elle permet, d'un autre côté, de déterminer dans de bonnes conditions les quantités de chaleur absorbées par les parois et de mesurer ainsi la *pression* dite *idéale*. Cela a conduit, en outre, à établir, en déterminant la *chaleur dégagée* pour différentes substances explosives et pour différentes surfaces, la loi d'après laquelle s'effectue le dégagement de chaleur. Cette méthode sert en même temps à deux fins : d'une part, on peut l'appliquer à la conversion du chiffre de la pression en pression spécifique, abstraction faite de l'incertitude où l'on est sur la question de savoir si la même loi est valable pour les grandes densités de chargement comme pour les petites; d'autre part, on apprend ainsi quel est l'effet utile produit par les substances explosives. La question de savoir si l'on est en droit d'appliquer la loi de Gay-Lussac pour le calcul des pressions spécifiques reste encore à démontrer par d'autres expériences. Lorsqu'on procède à cette conversion, on obtient des valeurs assez probables qui correspondent tout à fait aux résultats de la pratique.

Mais, si l'on renonce à déterminer les pressions réalisées aux fortes

densités de chargement, la valeur de la méthode n'en est nullement diminuée pour comparer la pression de différentes substances explosives, du moment que l'on obtient et que l'on prend pour base la pression idéale. On néglige alors la pression exercée par les gaz dans un espace vide d'air sur les parois de l'appareil. Cette pression est une constante caractéristique de chaque substance explosive et sa connaissance peut servir à mesurer la valeur d'une des causes de l'action de la substance explosive. Si les gaz d'un explosif détonant dans son propre volume se comportent, sous l'influence de la pression, autrement qu'il a été admis plus haut, ce que l'on ne sait pas encore, la méthode ne perd sa valeur que si les différents gaz suivent des lois différentes. D'après les résultats que nous a fait connaître la pratique, cela ne paraît pourtant pas probable. En tout cas cette méthode permet d'éviter l'inconvénient inhérent à tous les autres manomètres, à savoir l'échappement des gaz des explosifs à détonation lente, avant que leur action sur l'appareil de mesure soit achevée.

Les valeurs des pressions obtenues s'accordent assez bien avec celles que donnent les épreuves au bloc de plomb pour les substances explosives à détonation rapide (explosifs très brisants). Pour les substances explosives à détonation lente, les chiffres obtenus sont plus élevés que ceux des épreuves au cylindre de plomb.

Ces rapports sont confirmés par la pratique : d'après les résultats officiels fournis par les chantiers d'essais, les cylindres de plomb donnent, pour les explosifs de sûreté à faible vitesse de détonation, des chiffres bien inférieurs à ceux indiqués pour les explosifs brisants, tandis que l'expérience acquise dans la pratique montre que la valeur économique des explosifs de sûreté est moindre, il est vrai, que celle de la dynamite-gélatine, mais pas autant que l'indiquent les résultats obtenus par les cylindres de plomb. Cela provient peut-être, en partie, de ce que les explosifs de sûreté sont employés dans une matière (le charbon) à laquelle conviennent mieux les faibles vitesses de détonation et où leurs propriétés spéciales, notamment une pression plus faible et plus lente, trouvent une meilleure application. En tout cas, il est hors de doute que les résultats fournis par les cylindres de plomb sont trop faibles.

La *vitesse de détonation,* c'est-à-dire la vitesse avec laquelle la décomposition de la substance explosive se propage, n'a pas la même importance que le développement de la pression depuis le moment de la mise de feu jusqu'à la réalisation de la pression la plus élevée. Cette dernière sera un peu plus faible que la propagation de la décomposition, car dans ce phénomène il y a des retards qui proviennent de la transmission de la détonation de l'amorce à la substance explosive. Mais, si l'on admet que ces retards sont sensiblement uniformes pour toutes les substances explosives, on ne

commettra pas une grande erreur en substituant la vitesse de détonation à la vitesse de développement des pressions. D'ailleurs, plus la quantité de substance explosive sera grande, moindre sera l'écart.

La mesure de la vitesse de détonation peut être faite à l'aide du même appareil que celle de la pression.

Prise dans un sens absolu, la valeur ainsi obtenue est trop faible, car le frottement et l'inertie de la masse de l'indicateur ne permettent pas à la partie mobile de suivre assez rapidement la vitesse du développement de la pression. Il se produit, en général, un retard considérable. Avec un travail très soigné, ce retard sera assez uniforme pour les différents explosifs, et il est alors permis d'employer le diagramme obtenu comme première donnée pour l'appréciation de substances explosives inconnues.

La valeur absolue de la vitesse de détonation doit être mesurée par un autre procédé, soit au moyen de l'appareil Le Boulengé, soit par une méthode nouvelle de M. le Dr Mettegang (de Schlebusch), laquelle permet d'employer des files de cartouches de 3m à 6m de longueur, au lieu de 35m. Le nouvel appareil fonctionne avec plus d'exactitude, les détonations sont moins bruyantes et les frais sont moindres.

Ces explications suffisent pour montrer ce que j'ai voulu obtenir avec la nouvelle méthode de mesure, jusqu'à quel point le but proposé a été atteint, quelle est la valeur que l'on doit attribuer à la méthode de mesure et finalement quelles sont les hypothèses admises.

Si, pour conclure, je reviens à la méthode des cylindres de plomb dont les défectuosités ont été exposées en détail par M. le Rapporteur et confirmées par moi, je le fais en considération de la simplicité qu'elle présente et qui la rend applicable dans l'usage journalier, surtout en ce qui concerne l'essai des explosifs à action très brisante, tandis qu'elle offre peu de chances d'obtenir des résultats utilisables pour les explosifs à détonation lente, tant au point de vue de leur comparaison entre eux qu'au point de vue de leur comparaison avec les explosifs à action brisante. Sous ce dernier rapport, notamment, la comparaison doit être considérée comme inadmissible. Malgré cela, le bloc de plomb restera sans doute l'instrument de mesure le plus répandu, et, pour cette raison, il est de grande importance pour tous ceux qui s'intéressent aux substances explosives d'établir des règles fixes et uniformes au sujet de la construction et du mode d'emploi de l'appareil. Les propositions faites par M. le Rapporteur correspondent entièrement à ce que, à mon avis, la pratique exige. En vue de perfectionner le bloc de plomb, j'ai fait des expériences avec de grosses boules de plomb et avec des fermetures à coins en acier. Ces coins d'acier ont bien assuré une fermeture hermétique, mais tout le système a été refoulé contre la paroi conique en plomb par la pression des gaz, de sorte

que les parois ont cédé et que, par suite, toute la fermeture à coins s'est légèrement soulevée. J'ai fait alors recouvrir l'explosif placé dans les boules de plomb de plaques d'amiante, et remplir l'orifice de plomb liquide chaud dans l'espoir que cette fermeture de plomb ne se déplacerait pas. Mais cet espoir ne s'est pas réalisé, car le bouchon de plomb s'est également soulevé, quoique très légèrement. Dans ces expériences avec des boules de plomb, il faut encore mentionner cet inconvénient que, pour déterminer la dimension du vide formé, on a été obligé de diviser à la scie les boules de plomb, ce qui est un travail un peu compliqué et occasionnant une perte de temps. Une grande partie de l'avantage principal des cylindres de plomb, la grande facilité de maniement, était ainsi perdue. Ces expériences ont été abandonnées.

Pour ne laisser subsister aucune incertitude sur la construction et le mode d'emploi de l'appareil aux cylindres de plomb, je me suis permis de proposer une Instruction qui est annexée à la présente Communication.

INSTRUCTION

Sur la préparation des cylindres de plomb et sur leur application à l'épreuve comparative de l'action des substances explosives.

A. — Préliminaires et prescriptions générales.

1. Les mesures obtenues à l'aide de cylindres de plomb ne peuvent conduire à des résultats exacts que si elles sont appliquées à une seule et même espèce de substances explosives à action brisante. Lorsque les différences de la vitesse de développement de la pression de différentes substances explosives sont trop grandes, la comparaison des résultats n'est plus admissible.

2. Les données sur l'action des substances explosives doivent toujours être tirées des résultats d'au moins trois expériences.

3. L'exactitude du résultat est sensiblement influencée :

a. Par l'uniformité du plomb employé;

b. Par l'uniformité de la température du plomb pendant l'épreuve (comme température normale on prescrit 15° C.);

c. Par l'uniformité du bourrage;

d. Par l'uniformité des manipulations pendant l'épreuve.

4. Les données sur les résultats de l'épreuve doivent toujours être indiquées *sans déduction de l'évidement du cylindre,* d'après la quantité d'eau introduite après le tir, les résidus de l'explosif et du bourrage ayant été soigneusement enlevés à l'aide d'une brosse.

5. Les cylindres de plomb doivent avoir reposé assez longtemps après la fonte pour avoir acquis sûrement dans toute la masse la température uniforme prescrite de 15° C.

B. — Dimensions de l'appareil.

L'appareil consiste en un cylindre de plomb (*fig.* 1) de 200^{mm} de hauteur sur 200^{mm} de diamètre. Dans l'axe du cylindre se trouve un évidement de

Fig. 1.

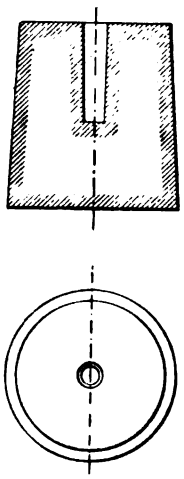
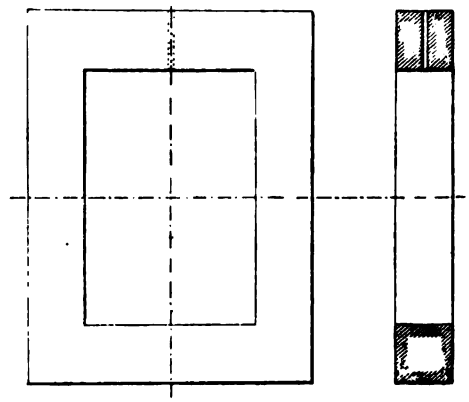


Fig. 2.



120^{mm} de profondeur sur 22^{mm} de largeur, destiné à recevoir la substance explosive. Le plomb employé doit absolument être prélevé sur une grande masse de métal, et les cylindres employés pour une série d'épreuves donnée doivent provenir d'une même fonte.

L'étrier est en fer forgé ; il présente un vide central de 250^{mm} sur 300^{mm} et une section transversale carrée de 70^{mm} (*fig.* 1, 2, 3).

Un croquis du moule employé pour la fonte des cylindres de plomb est représenté par la figure 3.

Pour recouvrir l'évidement du cylindre on se sert d'un disque en fer forgé de 200^{mm} d'épaisseur, muni au centre d'un orifice foré de 3^{mm} de diamètre pour le passage des fils métalliques de mise de feu. Au-dessus on

place un deuxième disque du même diamètre et d'une épaisseur de 40^{mm}, muni au centre d'un orifice foré de 15^{mm}. Les deux plaques sont fixées ensuite contre le bord interne de l'étrier en fer forgé à l'aide d'un coin que

Fig. 3.

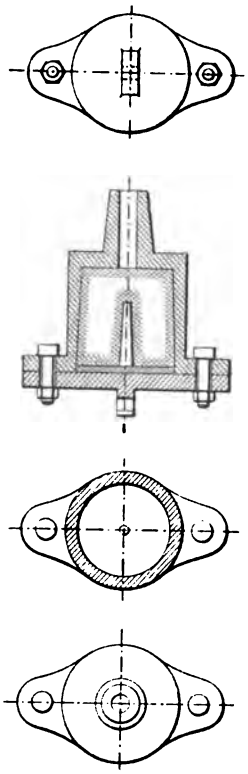
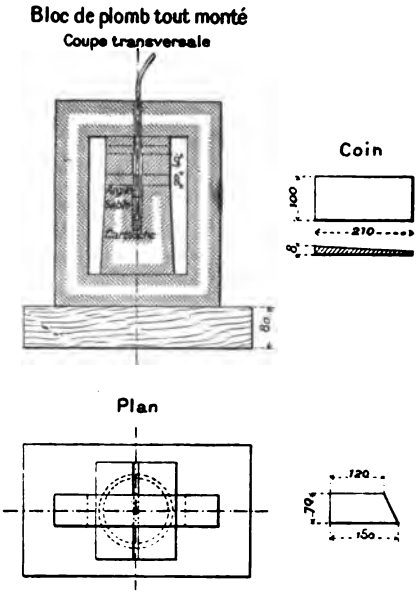


Fig. 4.



l'on ajuste au moyen de coups violents. Les coins ont une base de 30^{mm} de largeur et de 100^{mm} de hauteur sur une longueur maximum de 210^{mm}.

C. — Description du procédé.

On pèse une quantité de 10^{g} de l'explosif et on l'enveloppe dans du papier d'étain de dimensions convenables et d'une épaisseur de 0^{mm},0075, de manière à former une cartouche de 22^{mm} de diamètre que l'on munit d'une capsule détonante électrique contenant une charge de 2^{g} de fulminate de mercure et pourvue de fils métalliques de mise de feu recouverts d'un tressage, de telle sorte que la capsule se trouve au milieu de la cartouche.

Celle-ci est introduite dans l'évidement jusqu'au fond et doucement pressée à l'aide d'une baguette de bois, tandis que les fils porte-feu sont maintenus dans l'axe.

Pour le premier bourrage on emploie $10^{cm^3} = 15^g$ de sable de quartz fortement séché, passant sans résidus à travers un tamis à mailles de $0^{mm},25$.

On laisse couler ce sable uniformément, puis on nivelle sa surface en pressant doucement à l'aide d'une baguette de chargement.

Par-dessus ce sable on introduit couche par couche, jusqu'au remplissage complet, de l'argile que l'on tasse et que l'on comprime ensuite par de légers coups de marteau. L'argile doit être lavée, exempte de sable, et contenir une quantité d'eau telle qu'elle forme une masse bien plastique, pétrissable et ne laissant pas exsuder d'eau pendant le bourrage.

La fixation de la plaque de fermeture à l'aide de coins doit se faire de manière à ne pas endommager les fils porte-feu et à serrer fortement les coins contre l'étrier par de forts coups de marteau.

Après le tir, on enlève les coins et les plaques de fermeture, on renverse le bloc de plomb et, à l'aide d'une brosse, on enlève soigneusement les résidus de l'explosif, de l'amorce et du bourrage.

Le nombre de centimètres cubes d'eau que le vide produit a pu contenir jusqu'au remplissage complet donne la mesure de l' « action » de la substance explosive.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE DU TOME XII.

DEUXIÈME PARTIE.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

FRANCE[1].

N° 327.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

DÉCRET DU 14 JUILLET 1901.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 12 juin 1893;

Vu le décret du 10 mars 1894;

Vu l'avis du Comité consultatif d'Hygiène publique de France;

Vu l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures;

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — L'article 5, paragraphe 2, du Décret du 10 mars 1894 est modifié ainsi qu'il suit : « Ils seront largement aérés, et, en hiver, convenablement chauffés. Ces locaux, leurs dépendances et notamment les passages et escaliers seront convenablement éclairés. »

ART. 2. — Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent Décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 14 juillet 1901.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

A. MILLERAND.

(1) Voir 1 *3, 2 *3, 3 *3, 4 *3, 5 *3, 6 *3, 7 *3, 8 *3, 9 *3, 10 *3 et 11 *14 les n°s 1 à 326.

N° 328.

INSTRUCTION PROVISOIRE

sur l'établissement des paratonnerres des bâtiments militaires et des magasins aux substances explosives (1).

PRÉAMBULE.

Des divers genres de paratonnerres.

A. On peut tirer parti des propriétés conductrices des corps métalliques pour protéger une construction. Il suffit d'en former une chaîne continue, plus exposée à recevoir la foudre et lui offrant vers le sol une voie d'écoulement plus facile que celles qu'elle peut trouver dans le reste de l'édifice.

Il existe plusieurs manières distinctes de satisfaire à cette condition : il en résulte autant de genres de paratonnerres.

B. Le paratonnerre le plus simple consiste en une tige métallique établie sur le point culminant de l'édifice et mise en bonne communication avec le sol par un conducteur.

Plus la tige domine la construction et meilleure est la conductibilité de tout le système, plus le paratonnerre a de chance d'attirer sur lui la décharge qui, autrement, frapperait un point compris dans une certaine zone environnante.

La garantie, sans être absolue, est généralement suffisante, dans nos climats, pour les constructions qui ne sont pas destinées à loger des substances explosives.

C. En multipliant le nombre des conducteurs, en réduisant la distance qui les sépare, on diminue les chances que l'éclair aurait de passer à côté de l'un d'eux sans les atteindre; on augmente donc l'efficacité du dispositif; la tige devenant de moins en moins utile peut être supprimée avec avantage, de crainte des étincelles qui peuvent jaillir de son extrémité inférieure sur les conducteurs indépendants. Le réseau métallique ainsi constitué

(1) Dans tout le cours de cette Instruction, l'expression : *Substances explosives,* est prise avec son sens le plus étendu, c'est-à-dire qu'elle embrasse la poudre, les explosifs brisants, munitions et artifices de toute nature.

est employé plus spécialement pour préserver les magasins renfermant des substances explosives, en raison du degré élevé de protection qu'il assure.

D. Lorsque l'on constitue une enveloppe métallique continue, non seulement on empêche matériellement les décharges électriques d'atteindre les objets intérieurs, mais encore on soustrait ceux-ci à toute influence électrique extérieure.

Si toutefois il pénétrait dans cette capacité des conducteurs en relation avec le sol, des étincelles pourraient éclater entre ces conducteurs et l'enveloppe ou les autres objets qui y sont enfermés. On ferait complètement disparaître le danger en mettant l'enveloppe en communication avec le sol et en établissant ainsi l'égalité des potentiels de cette enveloppe et des conducteurs qui y pénètrent.

Dans la pratique, il n'est pas absolument nécessaire que l'enveloppe soit à parois pleines; il suffit que la proportion des pleins aux vides soit considérable, $\frac{4}{5}$ par exemple.

Ce système de paratonnerre procure un haut degré de protection; toutefois, en raison des difficultés de le réaliser et de son prix élevé par unité de surface, on ne l'emploie qu'exceptionnellement.

E. Une substance médiocrement conductrice, mais d'une grande épaisseur, joue un rôle protecteur analogue à celui d'une enveloppe métallique. L'étincelle qui la frappe y creuse un canal dont la profondeur peut atteindre plusieurs mètres et le long duquel elle s'affaiblit en se disséminant dans toute la masse.

Cette dissémination est d'autant plus rapide que le sol est meilleur conducteur, c'est-à-dire est plus humide. Le sable sec, en raison de sa mauvaise conductibilité, donne la protection la plus faible.

Conditions d'efficacité des paratonnerres.

F. Pour être efficace un paratonnerre doit assurer, à l'électricité de la décharge atmosphérique, un écoulement rapide dans le sol, et, à cet effet, être bon conducteur et en bonne communication avec la terre.

G. Un conducteur allongé, de section constante, oppose à un

courant électrique continu une résistance proportionnelle à sa longueur et en raison inverse de sa section transversale. Pour des corps différents, cette résistance est, en outre, proportionnelle à un facteur spécial, la *résistivité* ou résistance spécifique, qui est à peu près la même pour le cuivre que pour l'argent, mais six fois plus grande pour le fer, pour le platine et pour le laiton.

Cette résistance présente un double inconvénient : elle ralentit le passage du courant et elle entraîne l'échauffement du conducteur qui peut rougir, se fondre et même se volatiliser sous l'action d'une forte décharge. La section doit donc être assez grande et d'au moins 1^{cm^2} de fer pour les conducteurs principaux.

H. Lorsque le courant varie rapidement, ce qui est le cas pour les décharges brusques de la foudre, il éprouve, de la part du conducteur, une autre sorte de résistance qui est due à l'action de chacun des courants élémentaires sur lui-même et sur les voisins.

De même, lorsqu'un faisceau de conducteurs parallèles est traversé par un courant variable, chacun exerce un effet d'induction qui augmente la résistance apparente du voisin. Les conducteurs du milieu, recevant l'influence de tous ceux qui les enveloppent, sont les plus contrariés et livrent passage à une fraction plus faible du courant total qui se porte de préférence sur la surface, et cela en proportion d'autant plus forte que ces variations sont plus rapides. Dans ces conditions, un conducteur de fer ne subit presque plus d'aimantation.

Cette résistance est proportionnelle à la longueur; elle dépend, en outre, de la forme de la section et diminue lorsqu'on étale celle-ci en forme de ruban ou qu'on l'évide en forme de tube. Enfin, elle tend à devenir indépendante de la nature du métal lorsque les variations du courant sont de plus en plus rapides.

Cette résistance ne contribue pas à l'échauffement du conducteur; elle oppose simplement au passage du courant un obstacle qui peut devenir très supérieur à celui qu'éprouverait un courant constant, de sorte que, pour des courants de *fréquence extrême*, l'influence de la nature des conducteurs disparaîtrait et qu'à diamètre égal le fer pourrait devenir aussi avantageux que le cuivre, tout en étant plus économique.

On peut, dans la pratique des paratonnerres, admettre pour le

cuivre une section moitié de celle qui est strictement nécessaire avec le fer.

I. Une autre conséquence de cette résistance apparente est que l'électricité trouve souvent plus de facilité à traverser une masse composée d'une substance moins conductrice, mais présentant une plus grande surface. C'est ainsi qu'elle franchit parfois une couche d'air pour atteindre des masses métalliques ou même des murs mouillés par la pluie, ou pour éviter une sinuosité trop prononcée du conducteur descendant.

On combat ces *décharges latérales* en donnant au conducteur une forme sensiblement rectiligne, en le reliant directement aux masses métalliques dont on ne peut éviter le voisinage, et en l'éloignant le plus possible des autres; enfin et surtout, en le mettant en communication aussi parfaite que possible avec la terre.

K. Une troisième conséquence consiste en ce qu'un bâtiment renfermant des matières conductrices voisines, séparées par des corps isolants, est plus difficile à protéger qu'un édifice tout entier conducteur ou tout entier non conducteur.

Communication avec la terre.

L. La bonne communication avec le sol dépend de plusieurs éléments : la conductibilité propre du milieu qui environne le conducteur de terre, les dimensions et la forme de celui-ci.

Sauf au cas où elle renfermerait des substances métalliques, la terre est généralement très peu conductrice et d'autant moins qu'elle est plus sèche. Elle le devient un peu plus lorsqu'elle est humide, et surtout lorsque l'eau qui la pénètre est impure ou chargée de sels solubles.

Dans tous les cas, cette conductibilité est incomparablement plus petite que celle des métaux. L'on peut admettre comme moyenne que la résistance d'un cube de terre humide de 1^{cm} de côté, pour un courant entrant par une face et sortant par la face opposee, est environ 10000 ohms, soit 100 millions de fois celle d'un cube de fer de mêmes dimensions. Le sable sec est encore plus mauvais conducteur.

M. L'électricité qui arrive à un conducteur métallique noyé dans le sol ou dans l'eau se répand sans résistance notable sur toute la surface de ce conducteur, qui se trouve ainsi sensiblement au même potentiel. De là, elle s'écoule par filets normaux à cette surface en traversant une série de couches enveloppantes dont les résistances, à épaisseur constante, sont en raison inverse de leurs surfaces, c'est-à-dire des carrés de leurs dimensions homologues. Les plus grandes sont donc sans influence appréciable sur la résistance totale qui, pour des masses métalliques semblables et semblablement placées dans un milieu homogène indéfini, est en raison inverse de leurs dimensions linéaires.

N. On peut donc réduire cette résistance en agrandissant les dimensions de la plaque de terre, ce qui revient à remplacer la couche de terre enveloppante la plus voisine — celle par conséquent dont l'influence est la plus sensible — par un même volume de métal infiniment plus conducteur.

On diminue encore cette résistance, mais dans une proportion un peu moins rapide toutefois, en augmentant seulement une des dimensions aux dépens des autres, le volume total restant alors constant.

Il y a donc grand avantage à employer des conducteurs de terre très aplatis ou très allongés, ou nombreux.

Si l'on en dispose plusieurs, il convient de ne pas trop les rapprocher l'un de l'autre, afin que les courants qui sortent par les faces en regard ne se contrarient pas mutuellement.

O. La loi de proportionnalité mentionnée à l'article M suppose que le milieu possède une conductibilité uniforme. Si cette conductibilité diminuait notablement à partir d'une certaine distance des conducteurs de terre, la résistance à l'écoulement augmenterait beaucoup. Ainsi, un conducteur de terre, même très étendu, plongé dans une citerne étanche à parois isolantes, constitue une prise de terre sans aucune efficacité, qui peut donner lieu à des accidents.

P. Par contre, les canalisations souterraines d'eau ou de gaz, en tuyaux métalliques, forment, en général, en raison de l'étendue de leur surface de contact avec le sol, d'excellents conducteurs

de terre, souvent bien moins résistants que tous ceux que l'on peut créer artificiellement. Il est donc avantageux d'y relier les conducteurs des paratonnerres, toutes les fois que des considérations particulières ne s'y opposent pas.

Dangers résultant des masses métalliques.

Q. Les masses métalliques existant à la surface de l'édifice sont exposées à la foudre, d'autant plus qu'elles sont plus étendues et en meilleure communication avec le sol.

Pour les masses intérieures, le danger est d'autant moindre qu'elles sont plus éloignées des parois ou mieux abritées derrière d'autres possédant une meilleure communication avec le sol.

Même au cas où le paratonnerre est frappé de préférence, les masses qui sont voisines de la tige ou de conducteurs peuvent attirer sur elles une partie de la décharge.

R. Il en résulte des dangers, moins pour ces masses que pour les corps médiocrement conducteurs ou inflammables situés entre elles. On y pare en mettant ces masses en bonne communication avec le paratonnerre et par suite avec la terre. La liaison avec le paratonnerre est d'autant plus nécessaire que les masses métalliques sont plus rapprochées de celui-ci ou en meilleure communication avec le sol.

Il est essentiel d'établir cette liaison par les deux points extrêmes de chaque masse métallique, afin d'éviter entre le conducteur du paratonnerre et cette masse des différences de potentiel notables qui donneraient lieu à des décharges latérales.

S. Une surface continue ou à peu près continue, telle qu'une toiture métallique, agit comme écran électrique à l'égard des objets situés au-dessous. Dans ce cas, on peut se borner à mettre cette couverture en liaison avec la terre à la condition, si les planchers intérieurs en sont indépendants, d'en éloigner le plus possible les conducteurs descendant du paratonnerre.

La liaison des masses métalliques peut présenter de grandes difficultés d'exécution lorsqu'elle n'a pas été prévue lors de la construction de l'édifice. Il convient, dans ce cas, de la limiter au strict nécessaire.

Il convient, toutefois, d'être très scrupuleux si le bâtiment

renferme des substances très combustibles, telles que du fourrage. Le plus prudent est alors de supprimer toutes les masses métalliques que l'on ne peut pas relier au paratonnerre.

Enfin, lorsqu'il s'agit de substances explosives, dont les enveloppes métalliques ne peuvent être pratiquement reliées à la terre, on pare aux dangers des décharges latérales en adoptant le système de paratonnerre à réseau ou à conducteurs multiples, dont on éloigne les éléments le plus possible de la construction, et en améliorant la communication avec la terre.

T. Des fils ou câbles électriques (télégraphiques, téléphoniques, d'éclairage) constituent des masses métalliques particulièrement dangereuses lorsqu'ils sont aériens et établis sur supports isolants, en raison des facilités qu'ils offrent au transport d'une décharge électrique. Il convient donc de ménager, entre ces conducteurs et les magasins renfermant des explosifs, une distance minimum.

Les conducteurs, même isolés, sont beaucoup moins dangereux lorsqu'ils sont enterrés, attendu que la décharge se porte alors rapidement sur le sol environnant en traversant la couche isolante. Il faut en revanche les protéger eux-mêmes contre la perforation de l'isolant, qui peut les mettre hors de service.

DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES.

CHAPITRE PREMIER.

Bâtiments qui doivent recevoir des paratonnerres.

1. L'opportunité de munir de paratonnerres un édifice déterminé résulte :

1° De la chance que cet édifice court d'être foudroyé, c'est-à-dire de son élévation, de son mode de construction, de son emplacement, du climat sous lequel il est établi;

2° Des dangers qui en résultent pour les personnes et le voisinage;

3° De l'importance des dégâts que peut causer la foudre au matériel que renferme cet édifice; cet élément est mis en parallèle avec les frais d'établissement du paratonnerre.

Dans la plus grande partie de la France continentale, la probabilité de la chute de la foudre sur un édifice est extrêmement faible et les dégâts se réduisent souvent à fort peu de chose. En conséquence, on n'arme de

paratonnerres qu'exceptionnellement les bâtiments militaires non destinés à loger des substances explosives.

Cette exception peut être prononcée en faveur :

1° Des constructions renfermant : un personnel difficile à sauver en cas d'accident, tels les hôpitaux importants; un matériel très inflammable (magasins à fourrages, etc.) ou des collections précieuses ou difficiles à remplacer;

2° Des bâtiments élevés, comme cheminées d'usines, monuments, etc.

3° De toute construction pour laquelle des coups de foudre répétés feraient ressortir un danger spécial.

Tout au contraire, on établit, en principe, un dispositif protecteur de la foudre sur les locaux destinés à loger des substances explosives.

CHAPITRE II.

Bâtiments ne renfermant pas de matières explosives.

2. Pour protéger contre la foudre un bâtiment non destiné à renfermer des substances explosives, on y installe un paratonnerre à tige.

Les éléments essentiels de ce paratonnerre sont : la tige, les conducteurs aériens, les conducteurs descendants, les conducteurs de terre.

3. *Tige.* — La tige consiste en une barre de fer, scellée verticalement sur un point élevé de l'édifice, de manière à dominer les parties voisines, même les plus saillantes.

Cette barre est d'une seule pièce ou de plusieurs pièces soudées à la forge.

Pour résister à l'échauffement dû à l'action de la foudre, elle reçoit une section transversale de 3^{cm^2} au moins, qui peut suffire d'un bout à l'autre tant que la longueur ne dépasse pas 2^m.

Pour une tige plus longue, cette section ne fournirait pas une résistance suffisante à l'action des vents violents. Dans ce cas, on peut adopter soit un diamètre uniforme égal à $\frac{1}{80}$ de la longueur, soit un diamètre uniformément croissant depuis le sommet, où il mesure 20^{mm} au moins, jusqu'à la partie inférieure, où il atteint $\frac{1}{100}$ de sa longueur.

La première forme, plus simple d'exécution, peut être employée jusque vers 5^m de longueur. Au-dessus, la forme tronconique devient plus avantageuse comme plus légère et donnant moins de prise au vent.

A son extrémité supérieure, la tige se termine par un cône dont la hauteur est égale à environ deux fois le diamètre, sans adjonction d'aucune autre pièce métallique rapportée.

A sa partie inférieure, la tige reçoit une forme appropriée à celle de la

maçonnerie ou de la charpente sur laquelle elle doit se fixer. La seule condition essentielle à remplir est d'assurer à la tige une stabilité suffisante et de ne pas imposer au support une fatigue exagérée.

Toutes les fois que la tige traverse une couverture, on rejette les eaux pluviales en dehors de l'orifice de passage au moyen d'un larmier en tôle de fer ou de zinc réalisant essentiellement un entonnoir renversé, et dont on met la forme extérieure en harmonie avec celle de la toiture.

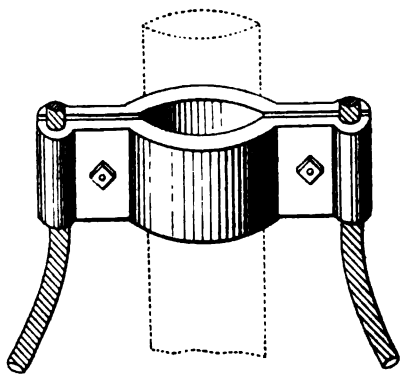
4. *Zone de protection et nombre des tiges.* — On admet que le pouvoir protecteur d'une tige verticale s'étend sur tout l'espace compris à l'intérieur du cône droit dont les génératrices, partant de la pointe, sont inclinées sur l'horizon de deux tiers et même de moitié.

Cette règle n'a d'ailleurs aucune valeur absolue; elle doit être considérée comme un guide facile pour choisir l'emplacement et déterminer le nombre des tiges à établir sur un bâtiment.

Le poids des tiges croît très rapidement avec leur longueur, qui ne doit dépasser qu'exceptionnellement 5^{m} et peut d'ailleurs varier selon l'étendue du rayon de protection demandé à chacune d'elles.

5. *Conducteurs aériens et conducteurs descendants.* — Un conduc-

Fig. 1.



Collier de jonction avec la tige du paratonnerre.

teur continu longe les faîtes et les parties les plus élevées de la toiture, telles que les lanterneaux, cheminées, etc., et est relié à toutes les tiges, par la voie la plus directe (*fig.* 1). Ce conducteur est posé de manière à ne pas empêcher l'exécution des réparations courantes de la toiture, qui doivent pouvoir être exécutées sans le déranger et sans nécessiter l'intervention d'ouvriers spéciaux.

Des conducteurs descendants, reliés directement aux tiges, les mettent en communication avec le conducteur de terre.

Les conducteurs aériens et descendants doivent suivre la voie la plus directe et présenter le moins possible de coudes brusques et de sinuosités prononcées. Les courbes devront avoir, autant que possible, des rayons supérieurs à 25^{cm} et ne pas embrasser plus d'un quart de circonférence.

On assure la liberté de dilatation du conducteur en lui donnant, lors de la pose, une très légère sinuosité, dont la flèche est de 2^{cm} par mètre de l'intervalle compris entre deux supports consécutifs.

On laisse au conducteur, dans l'échancrure de ses supports, assez de jeu pour qu'il puisse glisser longitudinalement en cas d'effort notable. Des renflements ou des saillies ménagées de distance en distance empêchent le conducteur d'être entraîné par son poids.

Les conducteurs descendants sont répartis sur le pourtour de l'édifice en les rapprochant des masses métalliques qui doivent leur être reliées, et en les éloignant, au contraire, des autres. Si le bâtiment est isolé et qu'une de ses façades soit plus particulièrement exposée aux coups de foudre, on y disposera de préférence les conducteurs descendants.

6. Les conducteurs aériens et descendants sont généralement en fer et reçoivent une section de 225^{mm^2}, déduction faite des vides.

Ils consistent en barres, de section carrée, ronde ou méplate, ou en câbles de fils galvanisés avant commettage.

Les fils composants reçoivent un diamètre de 3^{mm} au moins, de manière à posséder une flexibilité encore suffisante, sans s'altérer trop rapidement.

Cette dimension est calculée largement, et les conducteurs pourront être maintenus en service tant que l'usure n'aura pas réduit leur section de plus de moitié.

Les barres massives sont préférables dans le voisinage de fourneaux qui brûlent de la houille ou du coke, dont les fumées sulfureuses attaquent rapidement les fils de fer, même galvanisés.

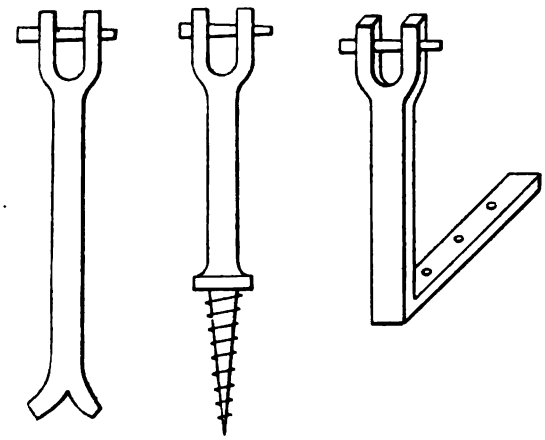
Enfin, dans les localités où le fer est exposé à une destruction trop rapide, on pourrait employer des conducteurs en cuivre rouge, au titre de $\frac{95}{100}$ au moins, à l'exclusion absolue du laiton et des autres alliages dont la résistance électrique est considérable. On leur donnerait alors une section de 65^{mm^2} de métal, déduction faite des vides.

7. Les barres employées comme conducteurs sont assemblées à joints plats, consolidés par des boulons. Les câbles métalliques sont serrés dans des manchons à coquilles (*fig.* 6) et les extrémités des fils sont recourbées de manière à prévenir tout glissement comme dans la figure 10.

On assure la continuité métallique au moyen d'une soudure à l'alliage de plomb et d'étain, ou simplement en coulant cet alliage par l'une des extrémités du manchon ou par un orifice spécial.

Les conducteurs aériens sont maintenus en place au moyen de supports à fourchette et goupille, sans isolateurs, scellés dans la maçonnerie ou vissés sur la charpente (*fig.* 2). Il doit y en avoir un au-dessous de chaque

Fig. 2.



Supports à fourchettes pour conducteurs.

point d'assemblage des conducteurs, de manière à prévenir l'entraînement dû à la pesanteur.

On recouvre de peinture au coaltar, ou à l'huile sur minium, les parties en fer du paratonnerre qui n'ont pas été galvanisées et qui ne doivent pas concourir à la dissémination de l'électricité dans le sol, entre autres et tout particulièrement, une longueur de 20^{cm} au-dessus et de 20^{cm} au-dessous du niveau du sol, sur la partie verticale du conducteur descendant; cette partie du conducteur est la plus exposée à l'oxydation.

Une gaine, en bois ou en métal, enveloppe le conducteur descendant depuis le niveau du sol jusqu'à une hauteur suffisante pour le mettre à l'abri de toute tentative de détérioration.

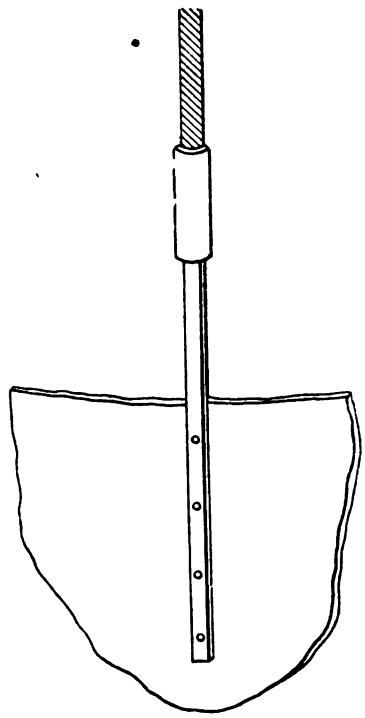
8. *Conducteur de terre.* — Le conducteur de terre consiste en une pièce de fer, qui est immergée dans une nappe d'eau étendue, soit souterraine, soit superficielle, ou qui est enfouie dans la terre humide.

Lorsqu'on peut atteindre la nappe d'eau souterraine par un puits ordinaire, on le creuse à une profondeur telle que, par les plus grandes sécheresses, il renferme au moins 1^{m} de hauteur d'eau. On réduit le revêtement, dans la partie inférieure, à la surface strictement nécessaire pour prévenir l'éboulement des parois.

Le conducteur de terre est alors généralement formé d'une plaque de tôle de 1^{m} de longueur sur 1^{m} de largeur, plane, ou enroulée en forme de

portion de cylindre du plus grand rayon possible. Son épaisseur, au moment de la pose, sera au moins de 4^{mm}. Cette plaque est rivée sur une barre de fer carrée de 2^{cm} de côté, qui forme le prolongement du conducteur descendant (*fig.* 3).

Fig. 3.



Plaque de terre en tôle.

9. Lorsque la grande profondeur de la nappe, ou toute autre cause, oblige à recourir à un forage, on pousse celui-ci jusqu'à 3^{m} au moins au-dessous du niveau le plus bas auquel la nappe d'eau puisse descendre. Le tubage sert alors de conducteur de terre.

Ce forage peut être exécuté, soit par percussion à l'aide d'un mouton (procédé des puits instantanés) dans le cas des faibles profondeurs, soit par les procédés et avec le matériel spécial des sondeurs.

10. Si la nappe d'eau est peu profonde, 6^{m} à 8^{m} par exemple, on creuse un puits spécial pour le paratonnerre. Lorsque l'exécution du puits est difficile et qu'il existe déjà, à proximité, un puits servant au puisage, on peut l'utiliser pour le conducteur de terre du paratonnerre, en opérant

comme il vient d'être dit. Toutefois, le fond du puits doit être inférieur de 1^{m} au moins au-dessous de la crépine du tuyau d'aspiration de la pompe, s'il y en a, de manière qu'il subsiste sûrement, en tout temps, dans le puits, une hauteur d'eau convenable. Si le puisage a lieu à l'aide de seaux ou par tout autre procédé analogue, on garantit le conducteur contre les chocs au moyen d'une gaine permettant une visite facile.

11. Lorsqu'il existe à proximité une masse d'eau étendue (mer, lac, étang, cours d'eau, etc.) le conducteur de terre reçoit la forme indiquée article 8 ou une forme plus allongée, appropriée à la forme de la cavité.

12. Si l'on ne peut atteindre ni nappe souterraine, ni nappe superficielle, on loge le conducteur de terre (qui prend alors les dimensions indiquées à l'article 6) dans une tranchée de 30^{cm} à 40^{cm} de profondeur, creusée dans les parties les plus humides du sol, c'est-à-dire généralement dans la terre végétale, en évitant autant que possible le sable et le gravier, trop poreux et trop secs.

En montagne, on peut, à défaut de terre végétale, établir le conducteur sous des éboulis, qui retiennent l'humidité. Il est essentiel alors que le conducteur de terre ait un développement considérable, en longueur plutôt qu'en surface, 100^{m} à 200^{m} par exemple.

13. *Masses métalliques.* — Les parties métalliques les plus importantes de la construction, extérieures ou noyées dans les murs, doivent être reliées au conducteur du paratonnerre. Tel peut être le cas des pièces métalliques de la toiture, des chéneaux, des balcons, volets métalliques. On les rattache soit individuellement, soit collectivement. Dans ce dernier cas, on en forme des groupes, dont chacun se développe suivant une ligne peu sinueuse.

Chaque pièce ou groupe de plus de 4^{m} de développement doit être relié par ses deux points extrêmes et suivant la voie la plus directe, soit à un même conducteur descendant, soit à des conducteurs descendants distincts, selon que la plus grande dimension est dans le sens vertical ou dans le sens horizontal. Le premier cas est celui d'un guide d'ascenseur ou de monte-charges, le dernier serait celui d'un plancher à travure entièrement métallique.

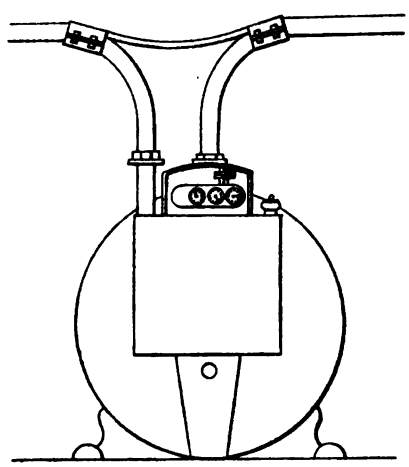
Les conducteurs de liaison, lorsqu'ils sont en fer, reçoivent une section transversale d'au moins 100$^{mm^2}$; on leur donne, selon la commodité, la forme de barre, de bande on de câble.

14. *Tuyaux d'eau et de gaz non enterrés.* — Il est prudent de rattacher au conducteur descendant les conduites d'eau, et surtout celles de gaz, qui s'élèvent le long du parement intérieur des murs extérieurs ou dans les

combles. Toutefois, cette mesure n'est pas obligatoire. On examinera dans chaque cas l'importance des accidents qui peuvent résulter de la rupture d'une conduite d'eau ou de l'inflammation du gaz, et on la mettra en parallèle avec la dépense ou la difficulté de la liaison métallique. La jonction a lieu aux deux points le plus haut et le plus bas de la canalisation, ce dernier pris entre le compteur et la conduite maîtresse. On fixe au moyen de deux colliers et d'une soudure un conducteur spécial entre les tuyaux d'arrivée et de sortie de gaz, de manière à éviter le passage de la décharge à travers le compteur (*fig.* 4).

Si l'on renonce à la liaison, on doit ménager une distance d'au moins 5^{m} entre le conducteur du paratonnerre et les tuyaux d'eau ou de gaz.

Fig. 4.



Conducteur de liaison du tuyau d'arrivée au tuyau de sortie du gaz.

13. *Liaison avec les canalisations d'eau enterrées.* — Toutes les fois que l'établissement auquel appartient le bâtiment à protéger possédera une canalisation d'eau enterrée en fer ou en fonte à joints métalliques, on lui reliera autant que possible le conducteur descendant le plus voisin, tout en conservant le conducteur de terre spécial. On ne fera l'économie de celui-ci que si son installation présente des difficultés notables et si la canalisation est assez ramifiée pour qu'il n'y ait pas lieu de craindre une interruption lors de réparation aux conduites.

Pour prévenir toute réclamation de la part de l'Administration à laquelle appartient la canalisation principale que l'on suppose également enterrée, on ménagera une long-eur de 50^{m} entre le point de liaison avec le para-

tonnerre et le point le plus proche d'où la conduite appartenant à l'État se détache de la conduite maîtresse.

Si quelque raison s'oppose à l'établissement de cette liaison, on maintiendra un intervalle minimum de 5^{m} en ligne droite entre le conducteur du paratonnerre et la conduite.

16. *Constructions métalliques.* — Une construction à parois métalliques n'a rien à craindre de la foudre, sauf au point frappé si l'épaisseur est très faible (inférieure à 1^{mm} par exemple).

Si l'on juge convenable de compléter la sécurité du personnel et du matériel qu'elle abrite, on établit un conducteur spécial mettant les supports métalliques en bonne communication avec la terre, de manière que la résistance électrique de tout l'ensemble, considéré comme formant plaque de terre, ne dépasse pas la limite indiquée article 29.

17. *Cheminées.* — Ce qui vient d'être dit s'applique aux cheminées métalliques élevées, qu'il suffit de mettre en communication avec la terre.

Les cheminées en briques, qu'un coup de foudre peut renverser en produisant de grands dégâts, méritent une attention particulière, surtout lorsqu'elles sont élevées de plus d'une trentaine de mètres et voisines d'autres constructions.

Lorsqu'on juge utile de les munir de paratonnerres, on établit à la partie supérieure, soit plusieurs tiges, inclinées en dehors, soit une tige unique plus longue. Le chapeau métallique qui surmonte fréquemment la tranche supérieure de la cheminée doit être relié métalliquement avec le paratonnerre.

Le conducteur descendant longe la paroi de la cheminée, soit extérieurement, soit intérieurement. Dans la seconde disposition, il est plus exposé à s'altérer sous l'influence des gaz chauds du foyer, mais il établit une communication plus facile entre les échelons métalliques et dispense d'établir la barre de liaison qui deviendrait nécessaire si le conducteur était extérieur.

Chapitre III.

Magasins renfermant des substances explosives.

18. On établit en principe un dispositif protecteur de la foudre sur les locaux destinés à renfermer des substances explosives.

Sont exceptés de cette règle :

1° Les magasins occupés seulement en temps de guerre (magasins de batterie, dépôts intermédiaires dans les places, etc.);

2° Les locaux renfermant des approvisionnements de faible importance, faciles à remplacer, et dont l'explosion ne ferait courir que peu de dangers

au voisinage : tels que les ateliers de fabrication, de confection, de manipulation des poudres, explosifs, munitions et artifices;

3° Les magasins renfermant des munitions pour armes portatives, les cartouches métalliques destinées à ces armes ne donnant lieu, en cas d'incendie, qu'à une série d'explosions sans gravité;

4° Les magasins renfermant des projectiles chargés en explosifs brisants (mélinite ou crésylite), non armés de leur détonateur, l'explosif, d'ailleurs peu inflammable, se trouvant protégé par une forte épaisseur de métal;

5° Les locaux que leur enfoncement ou l'épaisseur de leur paroi garantit suffisamment contre les effets de la foudre (art. 23).

Lorsque les magasins visés paragraphes 3° et 4° sont très importants, en raison soit de la contenance, soit du rôle qu'ils doivent jouer dans la défense d'une place, il peut y avoir lieu de les munir de paratonnerres. Cette mesure fait l'objet d'une décision spéciale du Ministre, sur la proposition des Services locaux.

Description du paratonnerre.

19. Le paratonnerre d'un magasin aux substances explosives consiste en un réseau de conducteurs sans tige.

Ce réseau s'étend au-dessus et sur les côtés du magasin, dont il est isolé. Il est disposé autant que possible symétriquement par rapport au bâtiment, de manière à annuler l'un par l'autre les effets d'influence ou d'induction provenant des divers conducteurs qui le composent.

Le paratonnerre comprend en principe (*fig.* 5) :

1° Un conducteur de faîte, qui court d'un pignon à l'autre:

2° Des conducteurs transversaux branchés sur le conducteur de faîte, des deux côtés de celui-ci; ils s'étendent parallèlement à la ligne de plus grande pente des longs pans et débordent la toiture d'environ 3^{m} de chaque côté;

3° Des conducteurs descendants, établis à la suite des conducteurs de faîte et transversaux, à 3^{m} au moins des pignons et des murs des longs côtés, le long de poteaux;

4° Des conducteurs de terre, continuant les conducteurs descendants. Ils se prolongent soit jusqu'à la nappe d'eau souterraine ou superficielle, soit, lorsque celle-ci est inaccessible, dans la couche superficielle du sol, sur une grande longueur.

Dans ce dernier cas, et aussi lorsque le nombre des conducteurs de terre est inférieur à celui des conducteurs descendants, un conducteur continu, dit *de ceinture,* réunit tous les conducteurs de terre et est, lui-même, enterré dans la couche superficielle.

La forme indiquée ci-dessus est celle qui convient à un magasin de

grandes dimensions. On la modifie autant qu'il est nécessaire pour diminuer la gêne que les conducteurs apporteraient au service. Par exemple, on peut, dans le cas d'un petit magasin, remplacer le conducteur de faîte et les conducteurs transversaux par deux conducteurs diagonaux, de manière à dégager les entrées (*fig.* 6).

Pour éviter tout ce qui pourrait attirer des décharges latérales sur le

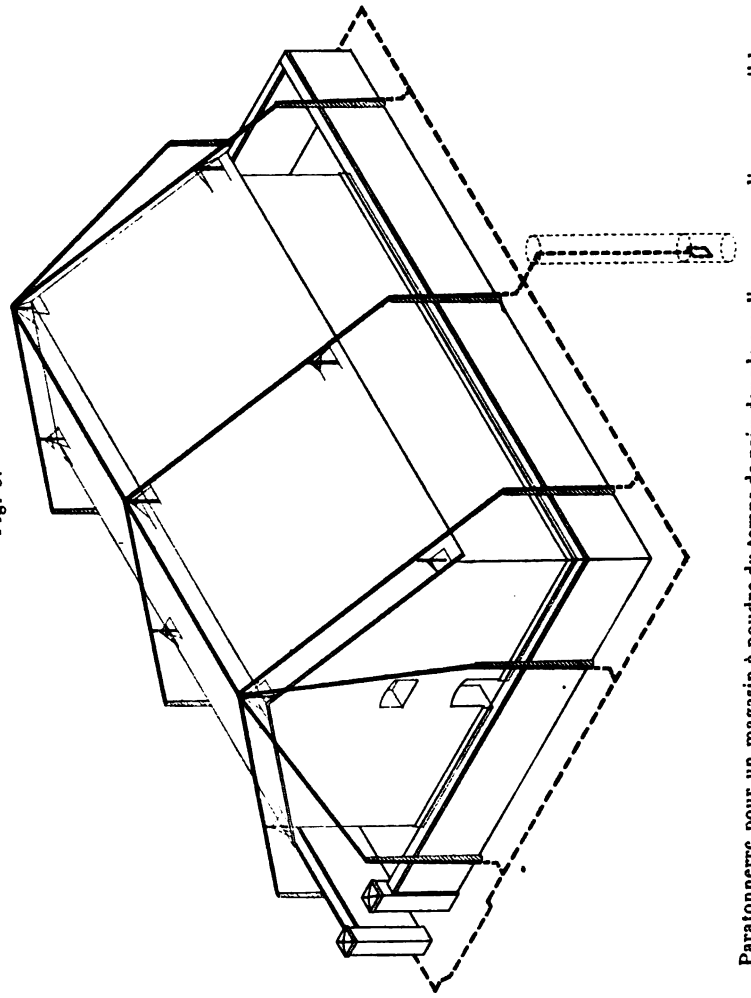


Fig. 5. Paratonnerre pour un magasin à poudre du temps de paix dans le cas d'une nappe d'eau accessible.

magasin, on proscrira les chéneaux métalliques avec tuyaux de descente.

20. Lorsqu'on peut obtenir une communication facile avec une nappe

d'eau souterraine ou superficielle étendue, on donne aux conducteurs

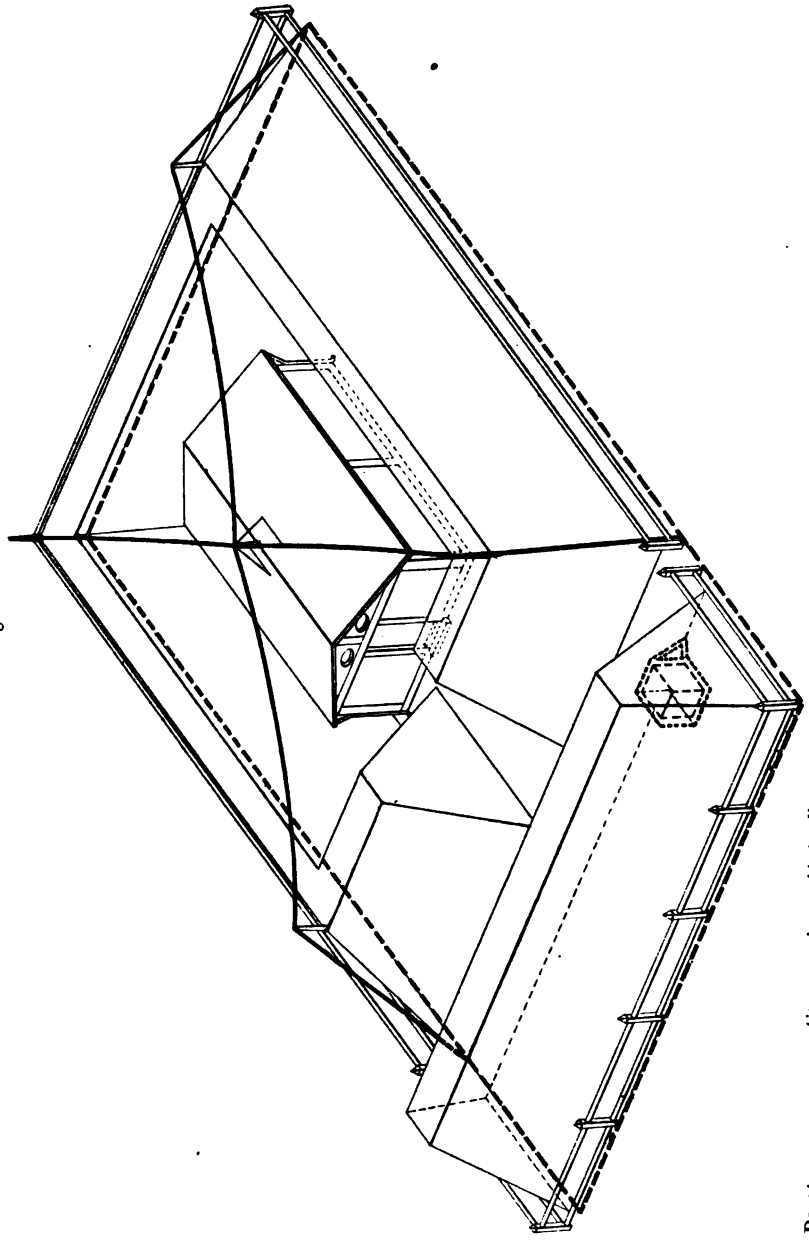


Fig. 6.

Paratonnerre pour petit magasin et dépôt d'amorces. (Le conducteur de ceinture enterré se trouve à l'intérieur de l'enceinte; il se projette en dehors de celle-ci par un effet de perspective.)

transversaux un espacement de 10^{m} à 20^{m}.

Chacun des conducteurs aboutit soit à un forage spécial, poussé jusqu'à

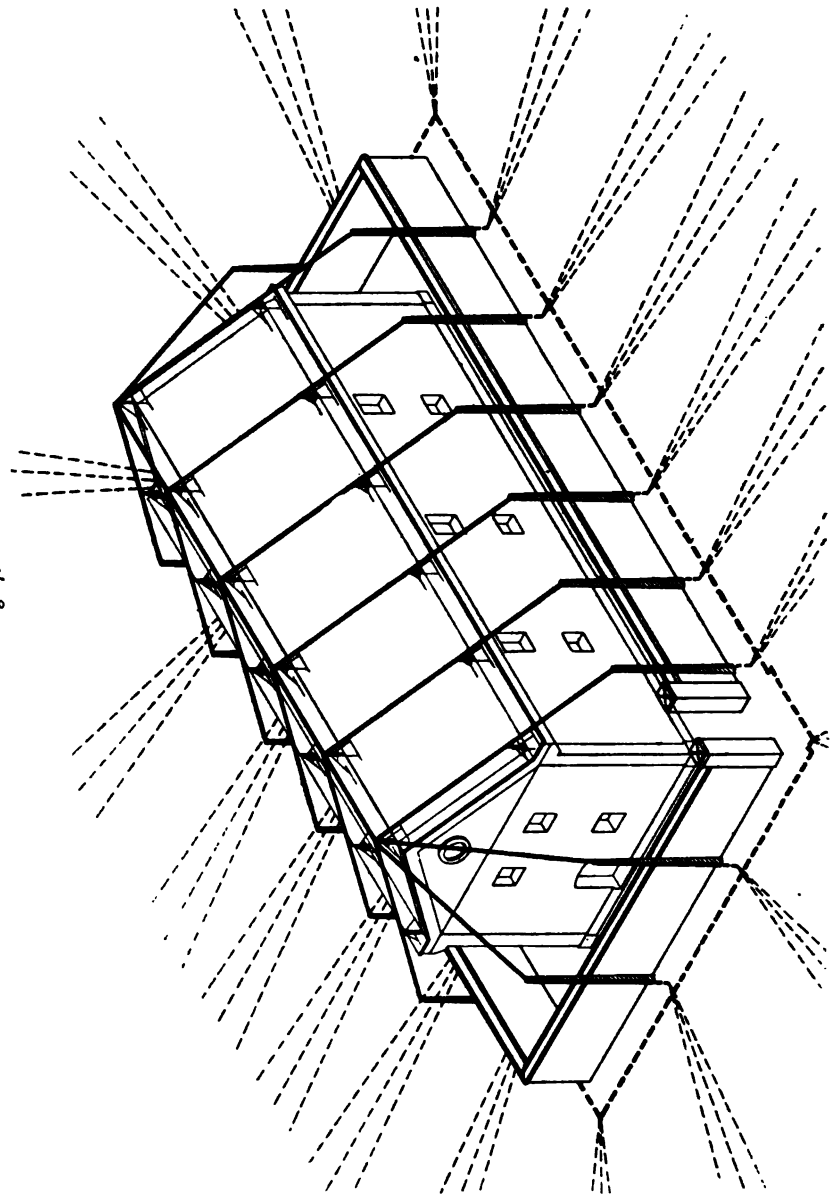


Fig. 7.

Paratonnerre pour un magasin du temps de paix dans le cas d'une nappe d'eau inaccessible.

2m ou 3m au-dessous du niveau des plus basses eaux, et dans lequel s'enfonce une barre de fer de 4cm² de section minimum, soit à un conducteur de

ceinture noyé à 30^{cm} ou 40^{cm} au-dessous du sol, et duquel se détachent un ou deux conducteurs de terre plongeant dans des puits ordinaires ou forés (*fig.* 5).

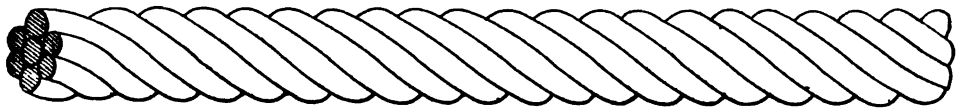
21. Lorsque la nappe d'eau permanente est inaccessible, on rapproche les conducteurs transversaux à une distance comprise entre 10^{m} et 5^{m}, d'autant plus faible que le terrain est plus sec. Les conducteurs descendants qui prolongent les conducteurs aériens se branchent sur un conducteur de ceinture enterré sur tout le périmètre du magasin, à l'extérieur du mur d'enceinte et à 1^{m} au moins des fondations de celui-ci. De ce conducteur de ceinture se détachent des conducteurs de terre enfoncés de 30^{cm} à 40^{cm} dans le sol environnant, et jusqu'à 1^{m} au-dessous des voies charretières. Ils sont répartis régulièrement si ce sol est homogène; dans le cas contraire, on recherche de préférence les parties les plus conductrices ou les plus humides du terrain (*fig.* 7).

Il est avantageux de disposer ces conducteurs à un intervalle au moins égal à leur longueur, et dans des directions rayonnantes, de manière à sillonner la plus grande surface de terrain.

Si celui-ci n'est pas suffisamment étendu, on peut remplacer un conducteur long par plusieurs conducteurs plus courts.

22. *Détails d'exécution.* — Les conducteurs dont, en raison de leur nombre, la section n'a pas besoin d'être aussi considérable que pour les paratonnerres à tige, sont, en principe, constitués par des câbles d'un seul

Fig. 8.



Conducteur du câble (1/1).

toron, de 7 fils de fer de 4^{mm},4 de diamètre (n° 20 de la jauge), galvanisés avant commettage (*fig.* 8).

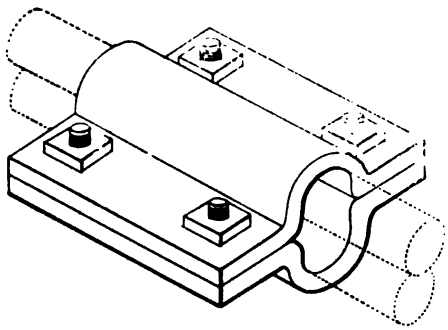
Ils s'assemblent entre eux au moyen de manchons à coquilles serrés par quatre boulons distribués aux sommets d'un carré, de manière que les deux coquilles puissent se placer soit dans le même sens, soit dans des sens perpendiculaires, selon la direction relative des deux conducteurs (*fig.* 9 et 10).

Lorsque cet assemblage est voisin de l'extrémité d'un câble, on recourbe les bouts des fils de celui-ci de façon à prévenir toute disjonction par glissement.

Les conducteurs sont supportés au-dessus du toit par des potelets en bois

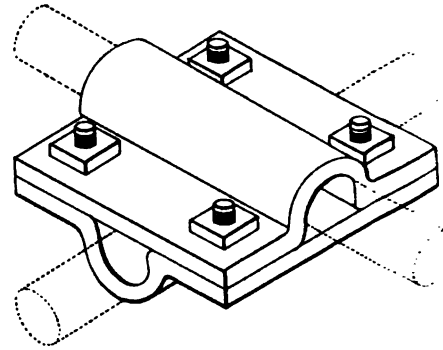
passés simplement à l'huile de lin. Ces potelets sont reliés à des semelles fixées sur la toiture du magasin (*fig.* 11).

Fig. 9



Assemblage de conducteurs parallèles.

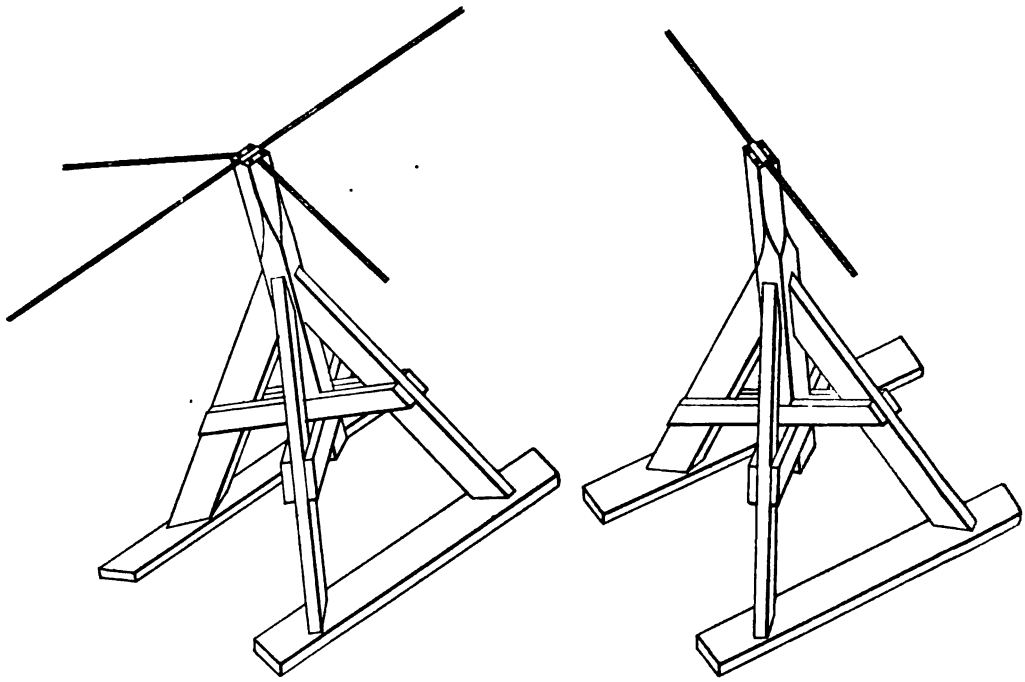
Fig. 10.



Assemblage de conducteurs perpendiculaires.

Les conducteurs descendants sont fixés sur des poteaux en bois, de la

Fig. 11.

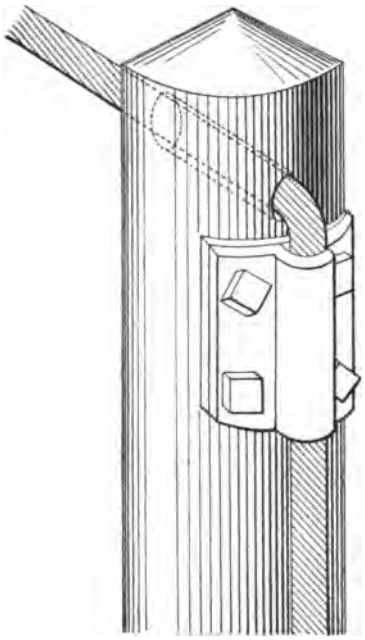


Supports de conducteurs.

manière indiquée figure 12. Une gaine de bois protège la partie inférieure jusqu'à 3^{m} au-dessus du sol.

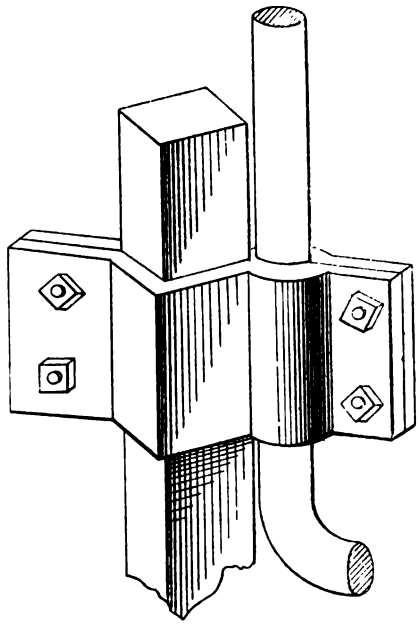
La liaison des conducteurs en câbles avec les barres massives formant conducteurs de terre (art. 20) a lieu au moyen d'un collier boulonné sur les deux pièces (*fig.* 13).

Fig. 12.



Fixation sur poteau (1/3).

Fig. 13.



Assemblage avec un conducteur en barre (1/2).

Tous ces assemblages se font sans soudure ni coulée de métal. On améliore les contacts en remplissant les vides entre les conducteurs avec des feuilles d'étain que l'on introduit avant serrage des coquilles.

Les interstices extérieurs sont calfatés avec de l'étoupe et le tout est recouvert d'une bonne couche de peinture au coaltar.

23. *Magasins souterrains.* — Conformément aux développements donnés article E du Préambule, un magasin sera considéré comme à l'abri des effets de la foudre lorsqu'il sera recouvert d'une couche :

De quelques millimètres de métal relié à la terre,

Ou de 3^{m} de maçonnerie ou de roc,

Ou de 6^{m} à 10^{m} de terre, selon qu'elle conserve plus ou moins bien l'humidité.

On suppose d'ailleurs qu'il n'existe dans la couche protectrice supérieure aucune ouverture débouchant dans le magasin ou dans un couloir contigu.

S'il en est autrement, on établit un paratonnerre selon les règles exposées articles 19 à 22.

Toutefois, les conducteurs peuvent alors, en raison de l'épaisseur des parois, être enterrés à une très faible profondeur, 10^{cm} environ au-dessous de la surface supérieure du massif du magasin, lorsque cette disposition permet de dissimuler complètement aux vues de l'extérieur la destination du local.

Dans le cas où il existe des ouvertures débouchant à l'air sur la surface supérieure du massif, on fait passer un des conducteurs soit au-dessus même de l'orifice si ce conducteur est aérien, soit autour s'il est enterré.

Si des corps conducteurs, tels que rails métalliques, vont de l'extérieur jusqu'à l'intérieur du magasin, il faut, quelle que soit l'épaisseur de la couche protectrice, les mettre en communication avec la terre. Cette communication se fera par l'extérieur du magasin, en les reliant au conducteur de terre et, en outre, par l'intérieur si la nappe souterraine est à un niveau peu inférieur à celui du sol du magasin.

24. *Constructions cuirassées et magasins sous locaux cuirassés.* — Une construction cuirassée permanente n'a rien à craindre pour elle-même des effets de la foudre contre laquelle elle garantit d'une manière absolue toute la capacité de sa chambre de tir, et un peu moins complètement l'espace qui s'étend au-dessous de l'avant-cuirasse. Il n'y a lieu de prendre des mesures de protection qu'en faveur de l'approvisionnement en munitions qui existe dans les substructions de la tourelle. Ces mesures consistent à établir une liaison métallique permanente entre le massif de la coupole et celui de l'avant-cuirasse, et à mettre cette dernière en bonne communication avec le sol par un conducteur.

Le conducteur de terre sera extérieur ou intérieur aux substructions, selon les facilités que l'on aura à rejoindre la nappe souterraine, ou, à défaut de celle-ci, un sol bon conducteur.

25. *Magasins sous béton armé.* — Lorsque la toiture d'un magasin à poudre est construite en béton armé, on peut simplifier l'établissement du paratonnerre en mettant l'une au moins des couches métalliques de la carcasse en communication avec la terre. Le paratonnerre se réduit alors à un conducteur relié avec les barres métalliques de cette couche et dont l'autre extrémité est plongée soit dans l'eau, soit dans la terre.

Lorsque ces mesures n'auront pas été prévues lors de la construction du magasin et que, par suite, il sera trop difficile de réaliser les communications visées ci-dessus, on établira sur la toiture du magasin une nouvelle couche conductrice, en forme de métal déployé de 2^{mm},5 d'épaisseur ou d'un grillage au moins aussi serré que le grillage de la carcasse métallique et en fils de fer de 4^{mm} de diamètre. Ce grillage sera recouvert d'un

enduit de ciment et un conducteur le mettra en communication avec le sol.

26. *Magasins sous hangars métalliques.* — Un hangar à charpente et support métalliques, destiné à loger des munitions confectionnées sur roues ou en caisses, leur procure une sécurité à peu près absolue si la foudre, frappant un point quelconque de l'enveloppe métallique, trouve un écoulement facile vers la terre. On ne le munira donc de conducteurs supplémentaires que dans la mesure où la chose sera nécessaire pour rétablir la continuité entre les diverses parties de la construction.

Pour diminuer le danger des décharges latérales, on fera partir du pied de chaque support métallique un conducteur que l'on reliera à un conducteur de terre immergé dans une nappe d'eau ou, à défaut de celle-ci, enfoui dans une tranchée d'un développement suffisant pour assurer une résistance inférieure au maximum indiqué article 29, comme il a été dit précédemment article 16.

27. *Très petits magasins.* — Lorsqu'un approvisionnement de substances explosives occupe un très faible volume, qu'il est interdit par les règlements de le loger dans un magasin plus important renfermant d'autres explosifs et qu'il importe néanmoins de le protéger contre les dangers de la foudre, on peut, conformément aux principes exposés article D du Préambule, le renfermer dans une caisse à paroi extérieure métallique, d'une épaisseur de 4^{mm} au moins. Il est inutile dans ce cas d'établir une liaison à la terre.

Cette caisse est disposée en un endroit sûr, à l'abri de l'humidité et des chances d'incendie provenant des objets voisins.

CHAPITRE IV.

Indications communes à tous les paratonnerres.

28. *Étude du projet d'établissement d'un paratonnerre.* — La nature du sol a une influence déterminante sur la disposition générale et sur les frais d'établissement du paratonnerre. Il importe donc, préalablement à toute autre étude, de se rendre compte des facilités dont on dispose pour effectuer la mise à la terre et de la dépense à laquelle on se trouvera conduit, de manière à fournir un élément d'appréciation de la convenance d'établir un paratonnerre, dans les cas où celui-ci n'est pas obligatoire.

On recherche, au moyen soit des puits voisins, soit de sondages spéciaux, si la nappe d'eau souterraine est accessible et à quelle profondeur, et, en outre, quelles sont les variations du niveau de l'eau selon la saison.

A défaut de la nappe d'eau souterraine qui, lorsqu'elle est abondante,

constitue toujours le meilleur moyen d'écouler l'électricité dans le sol, on recherche des eaux superficielles étendues et intarissables.

Enfin, si l'un et l'autre de ces deux moyens manquent, on opère par conducteurs simplement enterrés dans la couche superficielle du sol.

La mesure de la résistance des terres complète utilement ces premières recherches et permet de choisir les emplacements les plus favorables pour les conducteurs de terre. A cet effet, on opère comme il est indiqué article 30.

On se sert de plaques de terre identiques, enfoncées à une profondeur uniforme, sans verser d'eau, et l'on détermine pour chacune d'elles la résistance que l'on peut déduire en la combinant avec deux quelconques des autres plaques de terre.

Suivant les résultats de cette série de mesures, on choisit l'emplacement qui assure la moindre résistance électrique. On s'astreint toutefois à l'obligation de ne jamais faire sortir les conducteurs du terrain militaire, afin d'en assurer la conservation et la surveillance.

29. *Résistance de la mise à la terre d'un paratonnerre.* — Il n'est pas possible d'assigner d'une manière précise le maximum à imposer à la résistance du système des conducteurs de terre d'un paratonnerre. Cette résistance doit être d'autant moindre que les masses métalliques non reliées sont plus voisines des conducteurs.

Provisoirement, on admettra 20 ohms pour cette valeur maximum, au-dessus de laquelle le paratonnerre devra être amélioré. Cette résistance étant d'ailleurs susceptible de varier avec le temps, il convient d'adopter, lors de l'établissement du paratonnerre, un chiffre inférieur à 20 ohms, et d'autant moins élevé que cette diminution de résistance pourra être réalisée sans accroissement notable de dépense.

30. *Mesure des résistances des terres.* — Pour mesurer la résistance x d'une prise de terre M, on emploie la méthode suivante :

On établit en terre, s'ils n'existent déjà, deux conducteurs auxiliaires N, P de résistances inconnues y et z. On mesure successivement les résistances a, b, c des systèmes N-*terre*-P, P-*terre*-M, M-*terre*-N, ce qui donne les équations

$$y + z = a, \qquad z + x = b, \qquad x + y = c,$$

d'où

$$x = \frac{b + c - a}{2}.$$

Pour obtenir des résultats exacts, il faut observer les précautions ci-après :

1° Éviter, pour les plaques de terre auxiliaires, tout contact direct et toute communication autre que par la terre;

2° Éviter un trop grand rapprochement entre ces plaques de terre, dont la distance mutuelle doit être égale à 10 fois au moins leur plus grande dimension, sans descendre au-dessous de 10^{m};

3° Employer des plaques de terre auxiliaires dont la résistance soit de même ordre de grandeur que celle dont on cherche la valeur. A cet effet, prendre des plaques larges ou des fils allongés, et, si l'on se sert des conduites d'eau ou de gaz, établir le contact sur des tuyaux réunis à la conduite maîtresse par soudure, et non par joints avec cuir;

4° Pour se ménager un contrôle, on établit 3 plaques de terre auxiliaires au lieu de 2 et l'on mesure les 6 sommes de résistances, prises deux à deux,

$$y+z=a, \qquad z+x=b, \qquad x+y=c,$$
$$v+z=d, \qquad v+x=e, \qquad v+y=f.$$

Il en résulte pour chaque résistance inconnue trois valeurs telles que

$$x=\frac{b+c-a}{2}, \qquad x=\frac{b+e-d}{2}, \qquad x=\frac{c+e-f}{2},$$

qui doivent être sensiblement concordantes. S'il en était autrement, on recommencerait les opérations.

Lorsque plusieurs conducteurs de terre sont reliés ensemble métalliquement, ils forment un système équivalent à un conducteur unique et dont on peut trouver la résistance d'un seul coup par l'opération ci-dessus.

On peut encore désassembler les conducteurs aboutissant à ces plaques de terre et mesurer isolément les résistances $r_1, r_2, \ldots, r_n$ de celles-ci. La résistance du système est sensiblement égale à

$$\frac{1}{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\ldots+\frac{1}{r_n}},$$

à la condition que les plaques soient éloignées les unes des autres d'au moins une dizaine de fois leur plus grande dimension. Ce procédé, moins convenable que le premier, peut être employé lorsque l'on recherche quelle est la plaque de terre partielle dont la résistance est trop grande et qu'il y a lieu d'améliorer.

31. *Amélioration des paratonnerres.* — Lorsque la résistance des prises de terre est supérieure à la limite indiquée article 29, on peut la diminuer en accroissant soit les dimensions des conducteurs de terre, soit le nombre de ceux-ci.

Dans le premier cas, on augmente soit l'une de ces dimensions, soit

deux, soit les trois à la fois. Le dernier procédé est le plus efficace, puisque les résistances de conducteurs semblables sont en raison inverse de leurs dimensions homologues; mais il est le plus coûteux. Il est préférable d'agir sur une seule dimension, en choisissant de préférence la plus longue. Par exemple, dans un milieu homogène indéfini, les résistances de conducteurs *droits*, ayant une même section, par exemple un cercle de 1^{cm} de diamètre, et des longueurs

$$0^m,01 \quad 0^m,10 \quad 1^m \quad 10^m \quad 100^m$$

sont entre elles sensiblement comme les nombres

$$1000 \quad 330 \quad 60 \quad 8 \quad 1$$

On procède dans chaque cas par tâtonnements en constituant des conducteurs de terre provisoires au moyen d'objets métalliques quelconques : plaques, récipients, fils, et l'on mesure les résistances obtenues. S'il n'est pas possible, en raison du manque d'espace ou pour toute autre cause, d'accroître les dimensions des conducteurs de terre, on en établit d'autres, indépendants des premiers, et on les relie autant que possible à l'aide d'un conducteur de ceinture, qui, du reste, suffit quelquefois à lui seul pour apporter l'amélioration désirée.

Lorsqu'on multiplie les conducteurs de terre, il convient de ne pas les rapprocher trop les uns des autres. Ainsi, la résistance d'un conducteur sphérique étant prise pour unité, celle de deux conducteurs égaux, distants de n diamètres, sera sensiblement $\frac{1}{2}\left(1+\frac{1}{n}\right)$, c'est-à-dire qu'elle est supérieure à la précédente.

Avec les conducteurs allongés, l'influence du rapprochement est plus sensible : en prenant pour unité la résistance d'un conducteur de 20^m de long et 1^{cm} de diamètre, la résistance du système de deux conducteurs semblables, espacés de

$$20^m \text{ et plus} \quad 10^m \quad 5^m \quad 1^m \quad 0^m,5 \quad 0^m,1$$

sera représentée par

$$0,50 \quad 0,55 \quad 0,6 \quad 0,7 \quad 0,72 \quad 0,75$$

Dans certains cas, on pourra améliorer notablement un paratonnerre en le reliant soit aux conduites maîtresses d'eau ou de gaz, si la chose est praticable, soit aux conducteurs de terre d'un autre paratonnerre qui en était resté indépendant.

32. *Visites des paratonnerres.* — Les paratonnerres des établissements militaires doivent être soumis à une visite :

1° Toutes les fois que des indices particuliers font supposer qu'ils ont été frappés par la foudre;

2° Lorsque des travaux exécutés au bâtiment ou dans son voisinage, ou tout autre indice, peuvent faire craindre une défectuosité dans le fonctionnement du paratonnerre. Dans ces deux cas, la visite a lieu sans délai.

Chaque année, il est procédé à une visite périodique des paratonnerres des divers édifices du Département de la Guerre, à l'exception de ceux qui auraient été, depuis moins d'un an, l'objet de la visite extraordinaire prévue à l'article.

Ces diverses visites sont passées par une Commission composée :

a. Pour les bâtiments dépendant du Service de l'artillerie, de deux officiers de l'arme (généralement le commandant de l'artillerie de la place et l'officier chef du Service des bâtiments et machines de l'établissement), assistés, lorsqu'il s'agit d'un magasin renfermant des substances explosives, de l'employé chargé de ce magasin;

b. Pour les bâtiments dépendant du Service du Génie, de deux officiers de l'arme (généralement le chef du génie et un officier désigné par lui), assistés, pour les magasins renfermant des substances explosives, du fonctionnaire spécialement chargé du magasin (officier d'administration ou employé militaire);

c. Pour les bâtiments dépendant du Service des poudres et salpêtres, de l'ingénieur de l'établissement et du chef mécanicien, assistés du chef poudrier chargé de ce magasin.

33. La Commission, s'aidant de l'état descriptif du paratonnerre, se rend compte des détails d'installation; elle s'assure de l'état de conservation de chacun des éléments, et particulièrement des joints des conducteurs. Elle mesure la résistance électrique des conducteurs aériens; si cette résistance, entre deux points quelconques du circuit, est supérieure à 1 ohm, il y a lieu de craindre un contact défectueux. Toutefois, il convient, même au cas où la résistance ne serait que d'une fraction d'ohm, de s'assurer directement que le conducteur n'a nulle part perdu une fraction notable de sa section métallique. A cet effet, on fera enlever les gaines protectrices en bois, les dalles mobiles qui recouvrent les parties en caniveau des anciens paratonnerres, etc.

Pour toutes les parties visibles, mais difficilement accessibles, on s'aidera avantageusement d'une bonne lunette d'approche, grossissant au moins 25 fois, telle que la lunette de batterie ou la lunette de place n° 1 du génie.

Des coups de marteau modérés sur le conducteur enterré déterminent des vibrations qui permettent de vérifier sa continuité.

On découvre les parties enterrées en tranchée sur $\frac{1}{6}$ au moins de leur développement, et en opérant d'une façon méthodique, de manière que tout le conducteur puisse être visité en cinq ans. Un croquis joint au procès-verbal de visite indique d'une manière exacte la portion découverte chaque fois et l'emplacement des altérations qui commenceraient à se manifester.

La Commission mesure la hauteur à laquelle l'eau s'élève au-dessus du fond du puits et la profondeur d'immersion du conducteur.

Pour compléter ces indications, elle consulte le tableau du régime de la nappe d'eau, tel qu'il résulte d'une série de relevés mensuels faits, pendant une année au moins, par les soins du Service duquel relève le magasin.

La Commission peut procéder à des mesures de résistance des terres, sans s'assujettir d'ailleurs à répéter les opérations multiples qui seraient nécessaires pour fournir une mesure exacte. Il lui suffira de placer les plaques de terre auxiliaires en deux emplacements, toujours les mêmes, et en les choisissant parmi ceux qui ont fourni pour la résistance de la plaque de terre des valeurs concordantes.

Il est essentiel, au contraire, de répéter cette mesure de résistance avec tout le soin possible lors de la visite extraordinaire qui suit un coup de foudre bien constaté par le paratonnerre, aux termes de l'article 32.

34. Le procès-verbal (modèle A) de la visite extraordinaire ou périodique et des épreuves de résistance est adressé au Ministre; on y joint, s'il y a lieu, des propositions en vue de l'amélioration du paratonnerre. Les réparations urgentes sont exécutées sans délai et il en est rendu compte au Ministre.

La visite périodique a lieu en principe au mois d'avril, c'est-à-dire à l'époque qui précède habituellement, dans la France continentale, la période annuelle la plus fréquente en orages. Des circonstances locales peuvent amener les Services locaux à proposer au Ministre un autre mois de l'année.

35. *État descriptif des paratonnerres.* — Il est dressé, lors de l'établissement d'un nouveau paratonnerre ou d'une grosse réparation du paratonnerre existant, un état descriptif indiquant la disposition détaillée de toutes ses parties, et leurs rapports avec le reste de la construction.

On y représente sur des dessins, à des échelles suffisantes, l'ensemble des conducteurs, les masses métalliques, reliées ou non au paratonnerre, les parties cachées ou souterraines; enfin, les jonctions sont figurées à l'échelle de $\frac{1}{2}$ et même à grandeur d'exécution.

Toutes les parties cachées sont repérées exactement, de manière qu'on puisse les retrouver sans aucun tâtonnement.

Une notice complète les indications qui n'auraient pu trouver place sur les dessins, et renferme trace de toutes les modifications ou réparations exécutées, avec leur date. Elle indique en outre les parties du conducteur qui doivent rester en bon contact avec la terre, et qui, par suite, ne doivent jamais être recouvertes de peinture.

Après chaque visite du paratonnerre, une expédition du procès-verbal est annexée à l'état descriptif.

Toutes les fois que les travaux doivent être exécutés dans le voisinage du paratonnerre, il est donné connaissance à l'entrepreneur de la portion de l'état descriptif qui concerne cette région, afin qu'il puisse prendre toutes les mesures de protection qu'il conviendra, et réduire au minimum les altérations temporaires qu'il serait impossible d'éviter.

36. *Entretien.* — Les différentes parties du paratonnerre, sur lesquelles les visites prévues article 32 font reconnaître un commencement d'altération, reçoivent une ou plusieurs couches de peinture. Toutefois, cette peinture ne doit pas s'étendre aux surfaces dont le contact avec l'eau ou avec le sol est essentiel à une bonne diffusion de l'électricité dans la terre (art. 7 et 35).

37. *Dispositions administratives.* — Tout paratonnerre est installé au compte du budget auquel sont imputés les frais de construction ou de transformation du bâtiment.

Les frais d'entretien et de réparation incombent au Service chargé du gros œuvre du bâtiment.

Pour les magasins construits par le Service du génie et destinés au Service de l'artillerie (1), la réception du paratonnerre par ce dernier Service a lieu en même temps que celle du magasin lui-même et est mentionnée sur le procès-verbal de remise.

L'entretien des paratonnerres ainsi remis à l'artillerie est à la charge de ce Service.

Les chefs de service intéressés ont toute liberté de s'adresser à l'industrie locale, au mieux des intérêts de l'État. L'intervention des constructeurs spéciaux étrangers à la région devra être restreinte, autant que possible, au cas de difficultés particulières de pose, résultant par exemple d'une grande élévation des bâtiments à protéger.

Après son installation et après chaque réparation, un paratonnerre devra être soumis aux mesures de résistance prescrites article 32.

38. *Mesures à prendre en cas de guerre.* — Au moment de la mise en

(1) On rappellera ici que les études relatives à l'installation ou à la modification des paratonnerres de ces magasins doivent toujours faire l'objet de conférences entre les Services locaux de l'artillerie et du génie intéressés.

état de défense d'une place ou d'un fort, le commandant de l'artillerie fait démonter et rentrer en magasin les parties du paratonnerre de son Service qui pourraient fournir des points de repère au tir de l'ennemi. Cette prescription vise particulièrement les longues tiges et les conducteurs élevés des paratonnerres des magasins à poudre établis conformément à l'Instruction du 23 mars 1877. Elle n'est applicable que dans des cas tout à fait exceptionnels aux paratonnerres établis selon les principes de la présente Instruction, en raison de leur très faible saillie.

39. *Statistique des coups de foudre.* — Tout coup de foudre survenu dans l'étendue d'un établissement militaire fait l'objet d'un rapport spécial (modèle B).

On y décrit aussi minutieusement que possible les effets observés sur les diverses parties du bâtiment atteint : mort ou blessures des êtres animés, dégradations, ruptures, fusions, inflammation, décharges latérales sur les conduites d'eau ou de gaz.

S'il existe un paratonnerre, la Commission qui a exécuté la visite précédente prend part, autant que possible, à la constatation des dégâts.

Le rapport est accompagné de tous les dessins, croquis, photographies permettant de préciser les effets observés.

On y joindra, à titre de document, le montant au moins approximatif de la dépense entraînée par la réparation et l'on rappellera les coups de foudre qui ont pu frapper antérieurement le même bâtiment.

On présentera, s'il y a lieu, des propositions tendant soit à l'installation d'un paratonnerre, soit à l'amélioration de celui qui existe, s'il a protégé incomplètement la construction.

Les prescriptions ci-dessus, relatives à la constatation des effets de la foudre, s'appliquent, dans la mesure du possible, aux accidents de même genre sur lesquels les officiers et fonctionnaires des divers services militaires seraient à même de se procurer des renseignements.

40. *Mesures transitoires.* — La présente Instruction sera exécutoire pour les nouveaux paratonnerres à établir.

En ce qui concerne les paratonnerres existants, il y a lieu de distinguer :

1° Ceux des bâtiments ne renfermant pas d'explosifs. Comme les prescriptions nouvelles n'ont pas modifié le principe, on se bornera à en appliquer l'esprit lorsqu'il y aura lieu d'exécuter des réparations. En particulier, on se dispensera de remplacer les pointes des anciennes tiges au cas où ces pointes seraient fondues ou détachées.

On établira la liaison des conducteurs de terre avec les conduites d'eau et de gaz, lorsque le voisinage de celles-ci et des conducteurs de paratonnerre pourra faire craindre des décharges latérales.

2° Ceux des magasins à substances explosives.

On conservera les dispositions existantes toutes les fois que le conducteur de terre assure une résistance inférieure au maximum indiqué article 29.

Lorsque la mise à terre ne sera pas satisfaisante et qu'il sera constaté qu'on ne peut l'améliorer, on remplacera les anciens paratonnerres par des paratonnerres sans tige et à conducteurs multiples.

On supprimera, dans tous les magasins à poudre, les chéneaux métalliques et tuyaux de descente, qui ne sont pas rigoureusement indispensables.

L'état descriptif visé à l'article 35 sera entrepris le plus tôt possible par la réunion des procès-verbaux des visites déjà faites. Ce dossier sera complété au fur et à mesure des visites annuelles et des réparations exécutées.

Paris, le 15 janvier 1902.

Le Ministre de la Guerre,
G^{al} L. ANDRÉ.

ANNEXE AU DOCUMENT N° 328.

PRÉCAUTIONS A PRENDRE

pour l'installation des conducteurs d'électricité passant dans le voisinage ou pénétrant à l'intérieur des magasins aux substances explosives.

41. Pour l'application des dispositions ci-après, les limites des magasins aux substances explosives sont marquées, en général, par le mur spécial d'enceinte qui les entoure.

Sur les faces où ce mur n'existe pas on doit considérer comme limites des magasins :

1° Le pied du talus du massif de terre qui les recouvre lorsque les locaux sont enterrés;

2° Les points où émergent les gaines ou couloirs qui les mettent en communication avec l'extérieur, lorsque ces locaux sont souterrains.

Deux zones sont à considérer. Elles commencent toutes les deux aux limites du magasin et s'étendent aux distances de 10^{m} pour la première et de 20^{m} pour la seconde.

On n'admettra dans le voisinage des magasins, et à plus forte raison à l'intérieur, que des conducteurs d'électricité en parfait état d'installation.

RÈGLES.

42. *Conducteurs d'électricité étrangers au service des magasins.* — Tout conducteur d'électricité, quel qu'il soit, étranger au service du magasin, doit être tenu entièrement en dehors de la première zone (10^{m}) si ce conducteur est souterrain, et de la deuxième zone (20^{m}) s'il est aérien.

43. *Conducteurs d'électricité destinés au service des magasins.* — Dans le cas où il est reconnu nécessaire d'organiser des installations électriques pour le service même des magasins, les conducteurs d'électricité correspondants seront établis conformément aux dispositions suivantes :

44 *a.* Conducteurs servant à la transmission des signaux et de la parole (lignes des appareils télégraphiques et téléphoniques, des sonneries électriques, etc.).

Ces conducteurs pourront être amenés jusqu'à une distance de 4^{m} du local lui-même où sont déposées les substances explosives. A cette extrémité de la ligne, on devra placer un parafoudre pourvu d'une parfaite communication avec le sol (paratonnerre à fil fusible, désigné dans la nomenclature du matériel de l'Administration des Postes et Télégraphes sous la rubrique : « Paratonnerre à une bobine sans pointe » ou appareil d'un fonctionnement analogue).

Depuis cette extrémité jusqu'à la limite de la deuxième zone (20^{m}), les conducteurs devront toujours être souterrains.

A partir de cette dernière limite, si les conducteurs continuent à être souterrains, aucune autre disposition spéciale n'est à prendre.

S'ils deviennent aériens, des paratonnerres Bertsch ou appareils d'un fonctionnement analogue seront intercalés aux points de raccordement. De plus, les poteaux des lignes aériennes seront munis, tous les 100^{m}, de paratonnerres analogues à ceux employés, dans certains cas, par l'Administration des Postes et Télégraphes (fil de fer de 4^{mm} en communication parfaite avec le sol, fixé le long du poteau et le dépassant de 10^{cm} pour former pointe); en outre, on installera un nouveau parafoudre à l'extérieur de la ligne aérienne opposée au magasin.

Dans le cas où les conducteurs d'électricité seront destinés à desservir seulement des sonneries d'avertissement, les parafoudres susvisés seront remplacés par des paratonnerres Bertsch ou des appareils similaires.

44 *b.* Conducteurs autres que les précédents (lignes desservant les appareils de lumière électrique, transport de force, etc.)

Ces conducteurs devront toujours être souterrains sur tout leur parcours, à quelque distance que ce soit des magasins.

Les dispositions relatives à leur installation à l'intérieur des locaux sont contenues dans l'Instruction spéciale concernant l'éclairage des magasins à poudre souterrains (19 janvier 1901).

Il ne sera fait usage en tout cas que de courant à basse tension, c'est-à-dire de courants continus utilisant des tensions inférieures ou égales à 600 volts, ou de courants alternatifs utilisant des tensions efficaces inférieures ou égales à 120 volts. Dans la distribution intérieure la tension ne devra pas d'ailleurs dépasser 110 volts.

45. *Observations générales.* — Les règles générales qui précèdent ne sont impérativement applicables qu'aux magasins à poudre, à munitions ou à explosifs proprement dits, sauf celles comprises article 42, qui sont strictement applicables également aux poudreries, c'est-à-dire à tout établissement où se fabriquent des poudres et explosifs.

Ces règles générales ne seront observées, d'autre part, que dans la limite du possible, lorsqu'il s'agira des locaux que l'on s'abstient de munir de paratonnerres, conformément aux dispositions de l'article 18.

N° 329.

TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES OU INFECTES.

Huitième modification au Règlement du 12 novembre 1897.

Paris, le 18 janvier 1902.

A MM. LES ADMINISTRATEURS DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

MESSIEURS,

Les boues et immondices provenant des grandes villes et évacuées par rails, sous le nom de gadoues vertes, pour être utilisées comme engrais, répandent, en cours de route et de stationnement, des odeurs nauséabondes qui soulèvent de légitimes réclamations de la part des riverains de la voie ferrée.

Mon administration s'était déjà préoccupée de la question et avait fait porter à la connaissance des expéditeurs les résultats satisfaisants de désinfection des gadoues à l'aide de produits appropriés. Mais cette opération restant facultative, les expéditeurs n'ont pas tenu compte de l'avis et ont continué à remettre au chemin de fer ces matières non désinfectées, bien qu'elles fussent déjà entrées en fermentation.

Dans l'intérêt de l'hygiène publique, il m'a paru qu'il convenait de remédier à cette situation et un moyen d'y parvenir m'a semblé consister à rendre le bâchage des wagons de gadoues obligatoire, tout au moins pendant la période des chaleurs, où les émanations sont plus particulièrement à redouter.

J'ai, en conséquence, décidé que le Règlement du 12 novembre 1897, sur le transport, par voies ferrées, des matières dangereuses ou infectes, serait modifié par l'addition, à l'article 128, des mots soulignés ci-après :

« Les gadoues vertes peuvent être chargées en vrac, *dans ce cas les wagons doivent être recouverts, du 1er mai au 30 septembre, de bâches qui, après déchargement, seront désinfectées efficacement aux frais des expéditeurs.* »

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire et de rectifier, d'après les dispositions qu'elle contient, les exemplaires du Règlement déposés dans les stations de votre réseau.

Recevez, Messieurs, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Ministre des Travaux publics,
PIERRE BAUDIN.

N° 330.

LOI DU 22 MARS 1902

modifiant divers articles de la loi du 9 avril 1898, concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ARTICLE PREMIER. — Les articles 2, 7, 11, 12, 17, 18, 20 et 22 de la loi du 9 avril 1898 sont modifiés ainsi qu'il suit :

ART. 2. — Les ouvriers et employés désignés à l'article précédent ne peuvent se prévaloir, à raison des accidents dont ils sont victimes dans leur travail, d'aucunes dispositions autres que celles de la présente loi.

Ceux dont le salaire annuel dépasse deux mille quatre cents francs (2400fr)

ne bénéficient de ces dispositions que jusqu'à concurrence de cette somme. Pour le surplus, ils n'ont droit qu'au quart des rentes stipulées à l'article 3, à moins de conventions contraires élevant le chiffre de la quotité.

ART. 7. — Indépendamment de l'action résultant de la présente loi, la victime ou ses représentants conservent contre les auteurs de l'accident, autres que le patron ou ses ouvriers et préposés, le droit de réclamer la réparation du préjudice causé, conformément aux règles du droit commun.

L'indemnité qui leur sera allouée exonérera à due concurrence le chef de l'entreprise des obligations mises à sa charge. Dans le cas où l'accident a entraîné une incapacité permanente ou la mort, cette indemnité devra être attribuée sous forme de rentes servies par la Caisse nationale des retraites.

En outre de cette allocation sous forme de rente, le tiers reconnu responsable pourra être condamné, soit envers la victime, soit envers le chef de l'entreprise, si celui-ci intervient dans l'instance, au paiement des autres indemnités et frais prévus aux articles 3 et 4 ci-dessus.

Cette action contre les tiers responsables pourra même être exercée par le chef d'entreprise, à ses risques et périls, au lieu et place de la victime ou de ses ayants droit si ceux-ci négligent d'en faire usage.

ART. 11. — Tout accident ayant occasionné une incapacité de travail doit être déclaré dans les quarante-huit heures, non compris les dimanches et jours fériés, par le chef d'entreprise ou ses préposés, au maire de la commune qui en dresse procès-verbal et en délivre immédiatement récépissé.

La déclaration et le procès-verbal doivent indiquer, dans la forme réglée par décret, les nom, qualité et adresse du chef d'entreprise, le lieu précis, l'heure et la nature de l'accident, les circonstances dans lesquelles il s'est produit, la nature des blessures, les noms et adresses des témoins.

Dans les quatre jours qui suivent l'accident, si la victime n'a pas repris son travail, le chef de l'entreprise doit déposer à la mairie, qui lui en délivre immédiatement récépissé, un certificat de médecin indiquant l'état de la victime, les suites probables de l'accident, et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

La déclaration d'accident pourra être faite dans les mêmes conditions par la victime ou ses représentants jusqu'à l'expiration de l'année qui suit l'accident.

Avis de l'accident, dans les formes réglées par décret, est donné immédiatement par le maire à l'inspecteur départemental du travail ou à l'ingénieur ordinaire des mines chargé de la surveillance de l'entreprise.

L'article 13 de la loi du 2 novembre 1892 et l'article 11 de la loi

du 12 juin 1893 cessent d'être applicables dans les cas visés par la présente loi.

ART. 12. — Dans les vingt-quatre heures qui suivent le dépôt du certificat, et au plus tard dans les cinq jours qui suivent la déclaration de l'accident, le maire transmet au juge de paix du canton où l'accident s'est produit la déclaration et soit le certificat médical, soit l'attestation qu'il n'a pas été produit de certificat.

Lorsque, d'après le certificat médical produit en exécution du paragraphe précédent ou transmis ultérieurement par la victime à la justice de paix, la blessure paraît devoir entraîner la mort ou une incapacité permanente, absolue ou partielle de travail, ou lorsque la victime est décédée, le juge de paix, dans les vingt-quatre heures, procède à une enquête à l'effet de rechercher :

1° La cause, la nature et les circonstances de l'accident;

2° Les personnes victimes et le lieu où elles se trouvent, le lieu et la date de leur naissance;

3° La nature des lésions;

4° Les ayants droit pouvant, le cas échéant, prétendre à une indemnité, le lieu et la date de leur naissance;

5° Le salaire quotidien et le salaire annuel des victimes;

6° La Société d'assurance à laquelle le chef de l'entreprise était assuré ou le syndicat de garantie auquel il était affilié;

Les allocations tarifées pour le juge de paix et son greffier en exécution de l'article 29 de la présente loi et de l'article 31 de la loi de finances du 13 avril 1900 seront avancées par le Trésor.

ART. 17. — Les jugements rendus en vertu de la présente loi sont susceptibles d'appel selon les règles du droit commun. Toutefois l'appel, sous réserve des dispositions de l'article 449 du code de procédure civile, devra être interjeté dans les trente jours de la date du jugement s'il est contradictoire, et, s'il est par défaut, dans la quinzaine à partir du jour où l'opposition ne sera plus recevable.

L'opposition ne sera plus recevable en cas de jugement par défaut contre partie, lorsque le jugement aura été signifié à personne, passé le délai de quinze jours à partir de cette signification.

La cour statuera d'urgence dans le mois de l'acte d'appel. Les parties pourront se pourvoir en cassation.

Toutes les fois qu'une expertise médicale sera ordonnée, soit par le juge de paix, soit par le tribunal ou par la cour d'appel, l'expert ne pourra être le médecin qui a soigné le blessé, ni un médecin attaché à l'entreprise ou à la Société d'assurance à laquelle le chef de l'entreprise est affilié.

ART. 18. — L'action en indemnité prévue par la présente loi se prescrit par un an, à dater du jour de l'accident, ou de la clôture de l'enquête du juge de paix, ou de la cessation du payement de l'indemnité temporaire.

L'article 55 de la loi du 10 août 1871 et l'article 124 de la loi du 5 avril 1884 ne sont pas applicables aux instances suivies contre les départements ou les communes, en exécution de la présente loi.

ART. 20. — Aucune des indemnités déterminées par la présente loi ne peut être attribuée à la victime qui a intentionnellement provoqué l'accident.

Le tribunal a le droit, s'il est prouvé que l'accident est dû à une faute inexcusable de l'ouvrier, de diminuer la pension fixée au titre I^er^.

Lorsqu'il est prouvé que l'accident est dû à la faute inexcusable du patron ou de ceux qu'il s'est substitués dans la direction, l'indemnité pourra être majorée, mais sans que la rente ou le total des rentes allouées puisse dépasser, soit la réduction, soit le montant du salaire annuel.

En cas de poursuites criminelles, les pièces de procédure seront communiquées à la victime ou à ses ayants droit.

Le même droit appartiendra au patron ou à ses ayants droit.

ART. 22. — Le bénéfice de l'assistance judiciaire est accordé de plein droit, sur le visa du procureur de la République, à la victime de l'accident ou à ses ayants droit devant le président du tribunal civil et devant le tribunal.

Le procureur de la République procède comme il est prescrit à l'article 13 (§ 2 et suivants) de la loi du 22 janvier 1851, modifiée par la loi du 10 juillet 1901.

Le bénéfice de l'assistance judiciaire s'applique de plein droit à l'acte d'appel. Le premier président de la cour, sur la demande qui lui sera adressée à cet effet, désignera l'avoué près la cour dont la constitution figurera dans l'acte d'appel, et commettra un huissier pour le signifier.

Si la victime de l'accident se pourvoit devant le bureau d'assistance judiciaire pour en obtenir le bénéfice en vue de toute la procédure d'appel, elle sera dispensée de fournir les pièces justificatives de son indigence.

Le bénéfice de l'assistance judiciaire s'étend de plein droit aux instances devant le juge de paix, à tous les actes d'exécution mobilière et immobilière et à toute contestation incidente à l'exécution des décisions judiciaires.

L'assisté devra faire déterminer par le bureau d'assistance judiciaire de son domicile la nature des actes et procédure d'exécution auxquels l'assistance s'appliquera.

ART. 2. — La présente loi est applicable aux accidents visés par la loi du 30 juin 1899.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 22 mars 1902.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

A. MILLERAND.

N° 331.

DÉCRET DU 23 MARS 1902

relatif à la responsabilité des accidents du travail.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail, modifiée par la loi du 22 mars 1902.

Vu spécialement l'article 11 et le premier alinéa de l'article 12 ainsi conçus (*voir doc. n°* 330) :

.....

DÉCRÈTE :

ART. 1. — Pour chaque victime d'un accident ayant occasionné une incapacité de travail, dans les cas prévus par la loi du 9 avril 1898, la déclaration de l'accident, le récépissé de cette déclaration, le procès-verbal du maire, le dépôt du certificat médical, le récépissé de ce dépôt, la transmission de pièces à la justice de paix, l'avis au service d'inspection, seront établis conformément aux sept modèles annexés au présent décret.

ART. 2. — Le présent décret aura effet à dater du 1er mai 1902.

Sont rapportés, à la même date, les décrets des 30 juin et 18 août 1899.

ART. 3. — Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 23 mars 1902.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

A. MILLERAND.

N° 332.

CIRCULAIRE DU 23 MARS 1902
relative à la responsabilité des accidents du travail.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes a adressé aux préfets la circulaire suivante :

Paris, le 23 mars 1902.

Monsieur le Préfet,

Une loi en date du 22 mars 1902 a remanié plusieurs articles de la loi du 9 avril 1898, concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail. Les articles 11 et 12 notamment, qui sont relatifs aux déclarations d'accidents du travail, et dont l'application a fait précédemment l'objet de ma circulaire du 21 août 1899, ont été assez profondément modifiés : les chefs d'entreprise se trouvent désormais déchargés de la production de certificats médicaux pour les accidents légers n'entraînant qu'une incapacité de travail insignifiante; d'autre part, les mairies n'ont plus la responsabilité d'un choix à faire, d'après les énonciations des certificats médicaux, entre les déclarations à retenir et les déclarations à transmettre aux justices de paix; enfin la loi fixe de façon plus précise les indications que doivent contenir les déclarations d'accidents et remet expressément au Gouvernement le soin de déterminer par décret la forme obligatoire de ces déclarations.

En exécution de ces dernières dispositions, un décret du 23 mars 1902, rapportant et remplaçant les décrets des 30 juin et 18 août 1899, a fixé de nouveaux modèles pour les déclarations d'accidents et les diverses pièces qui y font suite.

Je vous prie de vouloir bien donner immédiatement au nouveau texte des articles 11 et 12 de la loi et au décret susvisé la plus grande publicité.

Vous voudrez bien notamment les porter à la connaissance des maires de votre département et les insérer au plus prochain numéro du bulletin des actes administratifs, dont je désirerais recevoir un exemplaire.

Je crois devoir, au surplus, vous adresser quelques brefs éclaircissements, auxquels vous voudrez bien donner la même publicité et que je groupe, pour plus de clarté, dans l'ordre même qu'adoptait ma précédente circulaire du 21 août 1899.

Du délai imparti pour la déclaration.

(Voir circulaire du 21 août 1899, n° 1, § D.)

Ce nouvel article 11 maintient le délai de « quarante-huit heures » pour la déclaration d'accident, quelle qu'en soit la gravité. Mais ce délai est maintenant prorogé à raison des fêtes légales ou des jours fériés qui peuvent le traverser.

Le délai continue à courir d'heure à heure, à partir du moment de l'accident : s'il y a un ou plusieurs jours fériés dans l'intervalle, ce délai est augmenté d'autant de fois vingt-quatre heures.

D'autre part, la production du certificat médical n'est plus exigée au moment de la déclaration. Le législateur a voulu ainsi rendre la formalité de la déclaration plus simple et plus rapide, en même temps qu'éviter aux exploitants, pour les accidents n'ayant aucune suite grave, la perte de temps et les frais que peut impliquer la production du certificat médical.

Le chef d'entreprise a dès lors deux obligations nettement distinctes : 1° pour toutes les victimes, quelle que soit la durée de l'incapacité de travail résultant de l'accident, déclaration à la mairie dans les quarante-huit heures ; 2° pour celles de ces victimes qui n'ont pas repris leur travail dans les quatre jours de l'accident, production à la mairie d'un certificat médical destiné à compléter les indications contenues dans la déclaration initiale. C'est donc au plus tard le quatrième jour à compter de l'accident, qu'il y a lieu de se préoccuper de l'établissement du certificat médical pour que ce certificat puisse être déposé ledit jour à la mairie. Rien ne s'oppose d'ailleurs à ce que le certificat médical soit dès l'abord joint à la déclaration ; mais, dans ce cas, la déclaration n'en doit pas moins être produite dans les quarante-huit heures de l'accident.

Il est à remarquer, au surplus, que la défalcation des dimanches et jours fériés, applicable au délai de quarante-huit heures pour la remise de la déclaration, n'est point applicable au délai de quatre jours pour la production du certificat médical.

En ce qui concerne la déclaration facultative de la victime ou de ses représentants, le législateur de 1898 n'avait pas assigné de délai à cette déclaration et ma circulaire du 21 août 1899 en avait inféré qu'elle ne

pouvait être assujettie au délai fixé pour la déclaration obligatoire du patron.

La loi nouvelle consacre ce principe, en fixant toutefois, dans ce cas, un délai d'une année à compter de l'accident.

De la forme et du contenu de la déclaration.

(Voir circulaire du 21 août 1899, n° 1 § E.)

Comme le modèle actuellement en vigueur, la formule de déclaration à employer dans l'avenir correspond exactement au procès-verbal à dresser par le maire. Cette concordance devenait d'autant plus nécessaire que la mairie ne conserve plus la déclaration, qu'elle doit transmettre dorénavant en original au juge de paix.

Les indications mentionnées sur cette formule sont celles que prévoit le nouvel article 11. Elles sont strictement obligatoires pour le déclarant qui ne peut se dispenser de les fournir intégralement et dans la forme prescrite. Les tempéraments qu'admettait ma circulaire du 21 août 1899 et la condescendance des mairies à recevoir des déclarations incomplètes ou différentes du modèle réglementaire ne seraient plus admissibles maintenant que le contenu et la forme même des déclarations se trouvent déterminés par le législateur lui-même ou en vertu de sa délégation spéciale.

Vous voudrez bien seulement rappeler aux maires qu'il ne leur est jamais loisible d'opposer leurs appréciations aux énonciations des déclarants et de se substituer ainsi au juge qui seul peut statuer. Ils devront tout particulièrement s'abstenir d'écarter les déclarations faites dans des cas où l'assujettissement de l'entreprise à la loi du 9 avril 1898 leur semblerait faire doute, ce doute ne pouvant être levé, le cas échéant, que par l'autorité judiciaire.

Du certificat médical.

(Voir circulaire du 21 août 1899, n° II.)

Le certificat médical constituait toujours jusqu'ici le complément immédiat de la déclaration. Le législateur a voulu dispenser le chef d'entreprise de cette formalité assez coûteuse, pour les menus accidents qui le plus souvent ne nécessitent pas l'appel d'un médecin et, en tout cas, d'après le texte actuel de la loi, ne donnent à la victime aucun droit à indemnité.

Le certificat médical à produire quand la victime n'a pas repris son travail dans les quatre jours qui suivent l'accident doit indiquer, comme précédemment, l'état de la victime, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

J'avais présumé, en 1899, que les médecins appelés à établir ces certificats prendraient vite l'habitude de les rédiger dans l'ordre indiqué par la loi et avec des précisions suffisantes.

Je dois constater que cet espoir n'a pas été partout rempli et qu'un trop grand nombre de certificats se bornent à des constatations trop vagues ou à des prévisions sans portée. Les chefs d'entreprise ne doivent pas perdre de vue qu'ils sont responsables de la régularité des certificats médicaux exigibles à l'appui de leurs déclarations et qu'ils n'échappent pas aux sanctions de l'article 14, lorsque ces certificats ne répondent pas aux prescriptions du troisième alinéa de l'article 11.

J'ajoute que rien ne saurait décharger le chef d'entreprise de la production du certificat médical régulier et qu'au cas exceptionnel où il ne pourrait l'obtenir du médecin de son choix, il aurait à s'adresser à la justice pour se mettre en règle avec la loi. Dans un avis du 7 février 1900, le comité consultatif des assurances contre les accidents du travail estime, en effet, qu'en cas de refus du certificat médical par les médecins voisins du théâtre de l'accident, le chef d'entreprise doit demander au juge de paix la désignation d'un médecin par justice pour l'établissement du certificat légal.

Du récépissé.

(Voir circulaire du 21 août 1899, n° III.)

Les instructions de la circulaire du 21 août 1899 concernant le récépissé de déclaration s'appliquent au nouveau récépissé de certificat médical (modèle V), qui doit être remis séance tenante au déposant.

Lorsque le chef d'entreprise juge bon d'annexer le certificat médical à sa déclaration ou lorsqu'il s'agit d'une déclaration facultative de l'ouvrier, que doit toujours accompagner le certificat médical, le maire doit délivrer simultanément les deux récépissés afférents aux deux pièces produites.

De l'avis au service d'inspection.

(Voir circulaire du 21 août 1899, n° V.)

La formule d'avis au service de l'inspection (modèle VII) a dû être remaniée en concordance avec les nouvelles dispositions réglant la déclaration d'accident et la production du certificat médical.

Il y aura lieu d'appeler particulièrement l'attention des maires sur l'obligation qui leur est faite d'indiquer sur l'avis la durée probable d'incapacité de travail, d'après les énonciations du certificat médical, en les invitant à mettre le plus de précision possible dans ce renseignement, qui peut utilement guider l'action du service de l'inspection.

En vue d'alléger tout ensemble le travail des maires et celui des inspecteurs, la transmission d'avis au service d'inspection ne sera d'ailleurs effectuée que pour les seuls accidents ayant été suivis de décès ou ayant donné lieu à production de certificat médical.

Cette transmission doit se faire dans le même délai que celle de l'avis au

juge de paix, c'est-à-dire dans les vingt-quatre heures qui suivent le dépôt du certificat et, en tout cas, au plus tard dans les cinq jours qui suivent la déclaration de l'accident.

De l'avis à la justice de paix.

(Voir circulaire du 21 août 1899, n° VI.)

A la différence des dispositions de l'ancien premier alinéa de l'article 12, le nouveau texte veut que l'avis à la justice de paix (modèle VI) soit transmis dans tous les cas.

Le maire n'a donc plus à se préoccuper des conclusions du certificat médical, ni à se faire juge, sous quelque prétexte que ce soit, de l'opportunité de la transmission.

Il doit faire cette transmission, même lorsqu'il n'y a pas eu production de certificat médical, sauf à attester dans l'Avis cette absence de certificat,

Cet envoi au juge de paix comprend les pièces originales. Il doit être effectué dans les délais que la loi a pris soin de spécifier, c'est-à-dire, en principe, dans les vingt-quatre heures qui suivent le dépôt du certificat, s'il n'y a point eu production de certificat médical, « dans les cinq jours qui suivent la déclaration de l'accident ».

Telles sont, monsieur le préfet, les explications sommaires qu'il pouvait paraître utile d'ajouter à celles que contient ma circulaire du 21 août 1899, dont, sur tous les autres points, les instructions demeurent en vigueur.

Le détail des formalités à remplir et des indications à produire résulte d'ailleurs très nettement du cadre des nouveaux modèles réglementaires et des notes marginales qui achèvent de les éclaircir.

Afin de laisser aux intéressés et aux mairies le temps nécessaire au changement des formules précédemment en usage, le décret du 23 mars 1902, dont vous trouverez le texte ci-annexé, a d'ailleurs imparti un délai. C'est seulement à partir du 1er mai prochain que les formules nouvelles seront obligatoires.

Je vous prie de vouloir bien m'accuser sans retard réception de la présente circulaire et d'assurer, en ce qui vous concerne, la stricte exécution des dispositions nouvelles, en faisant un pressant appel à l'exactitude et à la vigilance des maires et en provoquant, au besoin, sans hésitation, l'application des sanctions pénales maintenues par le législateur dans l'article 14 de la loi.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie,
des Postes et des Télégraphes,
A. MILLERAND.

N° 333.

COMMISSION D'ÉTUDE
des revendications du personnel civil des établissements militaires.

LE PRÉSIDENT DE LA COMMISSION D'ÉTUDES DES REVENDICATIONS DU PERSONNEL CIVIL DES ÉTABLISSEMENTS MILITAIRES, A MONSIEUR LE MINISTRE DE LA GUERRE.

Paris, le 27 mars 1902.

MONSIEUR LE MINISTRE,

La Commission d'étude des revendications du personnel civil des Établissements militaires, instituée sur votre proposition par M. le Président de la République, a examiné une grande partie des réclamations qui lui ont été soumises par les syndicats et autres associations ouvrières.

Lorsqu'elle aura examiné celles, encore très nombreuses, dont elle reste saisie, elle se propose de vous présenter dans un rapport d'ensemble les solutions qu'il lui paraîtra possible de prendre à l'égard de cette catégorie si intéressante de travailleurs.

Toutefois, la Commission a pensé qu'il y avait intérêt à en détacher dès maintenant les résolutions adoptées à la suite de la motion votée par la Chambre des députés dans la deuxième séance du 28 février 1902, afin de vous permettre, si vous le jugez à propos, d'en poursuivre la réalisation en les comprenant dans le projet de budget de 1903.

L'étude de ces propositions, entreprise avec le sincère désir de donner satisfaction à la population ouvrière des établissements militaires, a fait, après une discussion méthodique et approfondie, l'objet de deux rapports dont l'un, concernant les quatre premières questions de cette motion, a été établi par M. de Mouÿ, rapporteur, et l'autre, spécial à la question des retraites, a été rédigé par M. Tissier, rapporteur-adjoint.

J'ai l'honneur de vous transmettre ces deux rapports, dont les textes ont été adoptés à l'unanimité et qui reproduisent les conclusions de la Commission sur les différentes questions contenues dans la résolution votée par la Chambre.

Connaissant toute votre sollicitude pour les classes laborieuses,

je ne doute pas, monsieur le Ministre, que vous soyez disposé à donner satisfaction, dans la mesure du possible, aux desiderata exprimés par la Commission.

Veuillez agréer, monsieur le Ministre, les assurances de ma haute considération.

LOUIS RICARD.

RAPPORT

PRÉSENTÉ PAR M. ROBERT DE MOUŸ, MAITRE DES REQUÊTES AU CONSEIL D'ÉTAT, SUR LES QUATRE PREMIÈRES PROPOSITIONS CONTENUES DANS LA RÉSOLUTION VOTÉE LE 28 FÉVRIER 1902 PAR LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS.

La Chambre des députés, dans une des séances du 28 février 1902, a voté la résolution suivante :

« La Chambre invite le Gouvernement à étudier, en vue de l'exercice 1903, les modifications du décret du 26 février 1897 de manière :

» 1° A assurer gratuitement à tous les ouvriers, ouvrières et employés des ateliers de la Guerre, les soins médicaux, pharmaceutiques et l'usage des eaux thermales;

» 2° A compter pour le commissionnement à l'ancienneté et pour la retraite le service militaire obligatoire accompli par ces ouvriers et employés;

» 3° A introduire au budget de 1903 des propositions fermes tendant à accorder aux ouvriers et ouvrières non commissionnés la demi-journée de salaire en cas de maladie jusqu'à complet rétablissement;

» 4° A allouer aux femmes en couches, sans préjudice de l'indemnité de la demi-journée, un secours de 50^{fr}. »

.....

Ces quatre propositions ont été examinées par la Commission et voici les solutions qu'elle croit devoir proposer pour chacune d'elles.

I.

Assurer gratuitement à tous les ouvriers, ouvrières et employés des ateliers de la Guerre les soins médicaux et pharmaceutiques, ainsi que l'usage des eaux thermales.

Cette première revendication comporte deux parties qu'il y a lieu de distinguer :

1° Celle qui concerne les frais médicaux et pharmaceutiques;

2° Celle qui s'applique à l'usage des eaux thermales.

La première partie est sans objet; il résulte, en effet, des dispositions de l'article 19 du décret du 26 février 1897, que les soins médicaux et phar-

maceutiques sont actuellement donnés gratuitement à tous les commissionnés, auxiliaires et journaliers, quelle que soit l'origine de la maladie.

Les ouvriers des établissements de la Guerre n'ont donc sur ce point aucune réclamation à soulever, et la Commission a estimé qu'il n'y avait, dès lors, pas lieu d'apporter la moindre modification aux conditions dans lesquelles sont accordés aujourd'hui les soins médicaux et pharmaceutiques.

Il n'en est pas de même pour la seconde partie, car les ouvriers, atteints de maladie et soignés aux frais de l'Administration de la Guerre, ne sont pas en principe envoyés aux eaux pour achever leur guérison. Les ouvriers, ouvrières et employés, en sollicitant cet envoi, demandent un privilège dont ils ne jouissent pas encore et qui n'a pas paru jusqu'ici résulter des prescriptions précitées de l'article 19 du décret du 26 février 1897; convient-il de le leur accorder?

La Commission a dû rechercher si d'autres administrations de l'État envoyaient aux eaux thermales, à leurs frais, leur personnel ouvrier. Elle a constaté que cet usage existait déjà dans les ateliers de la marine : l'article 22 du décret du 21 juin 1900 stipule que « les agents du personnel ouvrier, autorisés à se rendre aux eaux thermales, aux frais de l'État, reçoivent la totalité de leur solde cumulativement avec l'indemnité de route, pendant le voyage aller et retour ». Il ne semble pas que l'Administration des tabacs et des allumettes au ministère des Finances, celle des Postes et des Télégraphes au ministère du Commerce, celle de l'Imprimerie nationale au ministère de la Justice, aient encore consenti à assumer cette charge.

Il n'est pas douteux que l'envoi des ouvriers de la Guerre aux eaux thermales ne soit de nature à entraîner d'assez sérieuses dépenses, parce qu'il comporte à la fois des frais de séjour et des frais de voyage qui peuvent être assez élevés, si la station thermale choisie est à une grande distance de l'atelier auquel appartient l'ouvrier malade. Peut-être aussi pourrait-on se demander si les ouvriers des ateliers de la Guerre n'ont pas, comme leurs camarades de l'industrie privée, la faculté de s'adresser aux administrations départementales, celles-ci disposant, sur leurs crédits d'assistance, de fonds consacrés à payer aux indigents malades leurs frais de voyage et même de séjour dans les villes d'eaux.

Une dernière objection se présente à l'esprit : les sociétés de secours mutuels ne donnent pas à leurs adhérents tous les médicaments. Les spécialités et certains appareils sont exclus; en tout cas les eaux thermales ne sont pas comprises parmi les dépenses que l'association doive supporter. On risque de donner aux ouvriers de l'Administration de la Guerre, au détriment de l'État, des avantages que n'ont aucun des ouvriers attachés à des établissements privés.

Malgré toutes ces considérations, la Commission a pensé que l'usage des eaux thermales peut, dans certains cas, être considéré comme le complément indispensable des soins donnés en vue de la guérison; il serait singulier que l'État ne prît à son compte qu'une partie de ces soins et laissât en quelque sorte inachevée l'œuvre de restauration physique qu'il a prise à sa charge.

Aussi a-t-elle décidé qu'il convenait d'accueillir, en principe, favorablement la demande des ouvriers et d'ajouter au décret du 26 février 1897 une disposition permettant leur envoi dans les stations d'eaux thermales, mais il lui a paru qu'il était indispensable, dans l'intérêt des finances de l'État, et pour éviter des séjours injustifiés, de limiter le droit des ouvriers. L'accident et la maladie, résultant du service, sont seuls, suivant elle, de nature à justifier la faveur sollicitée; les personnes malades pouvant, dans toutes les autres circonstances, s'adresser, comme les ouvriers de l'industrie privée, aux services d'assistance.

Quant à la question de savoir si l'accident ou la maladie est la conséquence du service, elle ne donnera lieu à aucune difficulté; en ce qui concerne l'accident, elle sera tranchée par l'application à la victime de la loi du 9 avril 1898, sur les accidents du travail; en ce qui concerne la maladie, elle devra être résolue par l'accomplissement des formalités suivantes : délivrance d'un certificat médical et avis conforme du comité de santé. On obtiendra ainsi toutes les garanties nécessaires d'une bonne administration des secours publics en donnant une satisfaction suffisante au personnel ouvrier.

II.

Compter pour le Commissionnement à l'ancienneté et pour la retraite le service militaire obligatoire accompli par les employés et ouvriers.

Comme la première, cette proposition comprend deux parties qui doivent être examinées séparément : celle qui a trait au commissionnement et celle qui vise la retraite.

Commissionnement. — Les ouvriers demandent qu'on tienne compte pour le commissionnement à l'ancienneté du temps passé sous les drapeaux à titre obligatoire.

La règle suivie pour le commissionnement à l'ancienneté se trouve actuellement inscrite dans un décret du 10 décembre 1899, ainsi conçu :

« Pour déterminer l'ancienneté des services donnant aux ouvriers des établissements de la Guerre le droit d'être commissionnés, il ne sera pas tenu compte du temps pendant lequel l'ouvrier aurait été présent sous les drapeaux, s'il avait suivi le sort de sa classe.

« Toutefois, aucune déduction ne sera faite, lorsque l'ouvrier aura été

retraité ou réformé par congé n° 1 avant d'avoir accompli la durée normale du service. »

La réclamation des ouvriers a pour objet d'éviter que ceux d'entre eux qui n'auraient fait aucun service militaire se trouvent dans une situation privilégiée, en ayant, dans le calcul de leurs années de services, un nombre d'années supérieur à ceux qui auront dû quitter les ateliers pour accomplir leur temps de service militaire.

Il est incontestable que l'idée sur laquelle s'appuie cette réclamation est juste, mais il y a lieu de se demander si, en fait, elle est justifiée. Le texte que nous venons de reproduire, doit s'interpréter en ce sens qu'on ne compte pas aux ouvriers le temps passé par eux à l'atelier pendant toute la période où ils auraient dû, par application de la loi militaire, être sous les drapeaux. Il semble bien qu'on atteigne déjà, par ce procédé, le résultat cherché par les ouvriers qui ont accompli leur temps de service militaire : ceux d'entre eux, qui ont continué le travail, ne tireront jamais de leur situation un privilège quelconque, puisqu'on ne leur comptera pas les années pendant lesquelles ils sont restés dans leurs foyers. Peu importe que l'on compte aux uns les années de service militaire ou qu'on défalque aux autres celles qu'ils ont consacrées aux travaux de l'atelier en l'absence de leurs camarades.

La Commission a, dans ces circonstances, jugé qu'il n'y avait aucune utilité à modifier le régime actuel qui ne préjudicie à aucune des catégories des établissements de la Guerre.

Retraite. — La partie de la proposition relative à la retraite est plus délicate; sur ce second point les ouvriers de la Guerre demandent réellement une modification au régime actuel. L'entrée en compte du service dans l'armée de terre ou de mer est admise au ministère de la Marine dans les trente années de service salarié qu'on exige des ouvriers pour être admis au bénéfice de la pension à forme militaire : il en est de même dans l'Administration des manufactures de l'État pour la constitution des pensions servies sur la caisse nationale des retraites pour la vieillesse.

La Commission a estimé qu'il y avait lieu, dès lors, d'étendre la mesure aux ouvriers du ministère de la guerre et de leur accorder une faveur dont jouissent déjà leurs camarades d'autres administrations publiques. Cette solution semble, d'ailleurs, être celle qu'adopterait le Parlement, puisque la loi de finances, votée par la Chambre des députés, contient un article dans lequel il est dit qu'un règlement d'administration publique déterminera les conditions dans lesquelles il sera tenu compte aux agents et sous-agents des administrations de l'État, dans le calcul de l'ancienneté

exigée pour l'avancement, des services militaires accomplis après comme avant leur entrée dans les cadres (1).

Ce n'est d'ailleurs que par une loi, comme il résulte du rapport présenté sur la cinquième proposition, ou par un règlement d'administration publique fait en vertu d'une délégation législative, qu'il peut être donné satisfaction aux doléances des ouvriers de la Guerre.

III.

Introduire au budget de 1903 *des propositions fermes tendant à accorder aux ouvriers et ouvrières non commissionnés la demi-journée de salaire en cas de maladie, jusqu'à complet rétablissement.*

Les allocations que reçoivent les ouvriers de la Guerre, en cas de maladie, sont déterminées par l'article 19 du décret du 26 février 1897. Cet article distingue entre les maladies résultant du service et celles qui n'en résultent pas. Pour les premières, tout le personnel ouvrier quel qu'il soit, commissionné, auxiliaire et journalier, a droit à une fraction de son salaire, qui ne peut pas être inférieure à la moitié et ne peut durer plus de six mois. Pour les secondes, les commissionnés seuls ont droit à une allocation égale à la moitié du salaire pendant les trois premiers mois et au quart pendant les trois mois suivants, sans pouvoir aussi excéder une durée de six mois. C'est contre l'exclusion des auxiliaires et des journaliers dans la seconde hypothèse et la limitation à six mois dans les deux cas que réclame le personnel ouvrier.

Comme dans les propositions précédentes, la Commission a recherché ce qui se faisait dans les autres administrations de l'État.

Au ministère de la Marine, tout agent du personnel ouvrier reçoit, en vertu du décret du 21 juin 1900, la moitié de sa solde totale pendant son séjour dans les hôpitaux : cette moitié peut être élevée aux trois quarts si la maladie est la conséquence d'une blessure reçue en service commandé. Dans le cas où le malade se fait soigner chez lui, il a droit à la même allocation, sans que celle-ci puisse se prolonger au delà de quarante-cinq jours à moins d'autorisation ministérielle.

Aucun agent du personnel ouvrier ne peut recevoir plus de quatre-vingt-dix jours de solde de maladie pendant le cours d'une même année.

L'Administration des manufactures de l'État, dans un règlement du

(1) Cette disposition a été également votée par le Sénat et fait l'objet de l'article 80 de la loi de finances du 30 mars 1902.

21 avril 1900, accorde certains avantages à son personnel dans les conditions suivantes :

On distingue entre les ouvriers n'appartenant à aucune société de secours mutuels et ceux qui sont affiliés à une de ces sociétés. Les premiers reçoivent, en cas de maladie, une indemnité journalière en argent, dont la quotité est ainsi fixée :

Ouvriers de la Seine. — Hommes, 2^{fr}; femmes, 1^{fr},40.

Ouvriers des autres départements. — Hommes, 1^{fr},50; femmes, 1^{fr}.

Il peut être alloué au plus trois mois d'indemnités entières et trois mois de demi-indemnités dans une période de douze mois, aux agents en possession d'un livret sur la caisse des retraites, ou remplissant les conditions requises pour qu'un premier versement de majoration soit fait en leur nom à cette caisse.

Pour avoir droit à l'indemnité, l'intéressé doit n'avoir pas été absent des ateliers depuis plus d'un mois au début de la maladie et séjourner sur le territoire français pendant la durée de cette maladie.

Si l'ouvrier est affilié à une société de secours mutuels, il reçoit une indemnité annuelle dont le taux est fixé comme suit :

Sociétaire participant âgé de moins de trente ans, 8^{fr}.

Sociétaire participant âgé de trente à trente-neuf ans, 9^{fr}.

Sociétaire participant âgé de quarante à quarante-quatre ans, 11^{fr}.

Sociétaire participant âgé de quarante-cinq ans à quarante-neuf ans, 12^{fr}.

Sociétaire participant âgé de cinquante ans à cinquante-quatre ans, 14^{fr}.

Sociétaire participant âgé de cinquante-cinq ans et au-dessus, 16^{fr}.

Ces chiffres sont augmentés de 3^{fr} pour les membres des sociétés du département de la Seine.

Le payement se fait sous forme de subvention aux caisses de secours mutuels.

En ce qui concerne le service des Postes et des Télégraphes, la Commission n'a pu que constater le payement des frais médicaux et pharmaceutiques. (Arrêté ministériel du 2 mars 1900.)

A l'Imprimerie nationale on donne des secours de maladie aux ouvriers et agents titularisés; les agents temporaires n'ont droit à aucune allocation.

Le chiffre des secours de maladie est ainsi fixé par jour :

Hommes, 1^{fr},30.

Femmes, 0^{fr},80.

Il n'est accordé que lorsque la maladie est susceptible d'arrêter le travail pendant plus d'une semaine et ne doit pas dans une année dépasser quatre-vingt-dix jours.

Il résulte de cet exposé succinct que, sauf à l'Imprimerie nationale, tous les ouvriers employés dans les établissements de l'État reçoivent une allocation de secours, sous une forme quelconque et quelle que soit la cause de la maladie. On comprend, d'ailleurs, difficilement une distinction dans le personnel ouvrier. Tous les ouvriers exécutent, en somme, le même travail; le titre qu'ils ont diffère seul; peu importe qu'on soit commissionné ou auxiliaire. Dès qu'on fait partie d'un personnel à titre définitif, on doit participer à tous les avantages concédés, et l'exclusion ne saurait trouver aucune justification sérieuse.

La Commission a estimé, à raison de ces considérations, qu'il convenait d'étendre, pour les maladies ne résultant pas du service, le privilège de l'allocation journalière, et d'y admettre tous les ouvriers, à cette condition toutefois qu'ils soient restés suffisamment dans les ateliers de la Guerre pour mériter un sacrifice de la part de l'État : il semble qu'une année de présence consécutive soit indispensable.

En conséquence, elle propose une modification du 3e paragraphe de l'article 19 du décret du 26 février 1897 accordant à tous les ouvriers quels qu'ils soient une allocation journalière, pourvu qu'ils aient une année de présence continue dans l'établissement.

La seconde partie de la proposition tendant à prolonger la durée de l'allocation jusqu'à complet rétablissement ne lui semble pas devoir être accueillie favorablement. L'allocation ainsi prolongée n'existe dans aucun autre établissement : l'Administration de la Marine, aussi bien que celle des Tabacs et de l'Imprimerie nationale ont eu soin de fixer une limite qui est, au maximum, de six mois. Il en est de même pour les sociétés de secours mutuels qui n'assurent leur indemnité journalière que pendant une durée déterminée. D'ailleurs, en ce qui concerne la maladie, les ouvriers de la Guerre ont une situation au moins égale à celle de leurs camarades des autres administrations : il ne serait pas équitable, il serait dangereux de leur constituer des avantages trop considérables et surtout beaucoup supérieurs à ceux dont jouissent les autres. Le but qu'il faut atteindre, c'est autant que possible l'unification de tous les régimes auxquels sont soumis les ouvriers de nos divers établissements nationaux : on y parviendrait difficilement en constituant au milieu d'eux des privilégiés. On n'aboutirait qu'à susciter des réclamations qui ne seraient peut-être pas sans fondement, mais qu'il serait sans doute difficile de satisfaire.

IV.

Allouer aux femmes en couches, sans préjudice de l'indemnité de la demi-journée, un secours de 50fr.

Dans les manufactures de l'État, les femmes assistées directement par

les soins du service ont droit, pendant le chômage occasionné par la grossesse ou les couches, à l'indemnité journalière indiquée plus haut (*voir* paragraphe III); elles ne reçoivent aucune indemnité spéciale. Les femmes faisant partie d'une société de secours mutuels et secourues par abonnement obtiennent en sus de l'indemnité annuelle susmentionnée une indemnité supplémentaire qui est fixée à 20^{fr} pour la province et à 30^{fr} pour la Seine : elle est payée soit à l'ouvrière directement, soit à la Société de secours mutuels.

Convient-il d'étendre le bénéfice d'une pareille allocation aux ouvrières des établissements de la Guerre? La Commission ne le croit pas. Les ouvrières des manufactures de l'État ont moins d'avantages que celles des établissements de la Guerre; car, s'il est vrai que celles qui sont secourues par abonnement annuel touchent après leurs couches une indemnité supplémentaire destinée à rétablir l'égalité avec les ouvrières assistées directement, les secours médicaux et pharmaceutiques ne sont fournis ni à l'une ni à l'autre de ces deux catégories d'ouvrières des manufactures de l'État.

Les ouvrières de la Guerre, au contraire, reçoivent les frais médicaux et pharmaceutiques qui comprennent ceux des sages-femmes : elles ont en plus pendant le chômage autorisé par le médecin une indemnité journalière égale à la moitié de leur salaire, et, en vertu de la décision prise pour la 3^{e} proposition, il suffira qu'elles aient un an de présence dans l'établissement. Ce sont là des avantages suffisants : il n'y a pas lieu de les augmenter par une allocation supplémentaire.

La Commission propose, en conséquence, de maintenir l'état de choses actuel, sous réserve de la modification qui serait apportée à l'article 19, paragraphe III, du décret du 26 février 1897, si les conclusions de la Commission étaient adoptées par le ministre de la Guerre.

R. DE MOUŸ.

RAPPORT

PRÉSENTÉ PAR M. THÉODORE TISSIER, AUDITEUR AU CONSEIL D'ÉTAT, SUR LA CINQUIÈME PROPOSITION CONTENUE DANS LA RÉSOLUTION VOTÉE LE 28 FÉVRIER 1902 PAR LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS.

La résolution votée le 28 février dernier par la Chambre des députés sur l'initiative de MM. Le Hérissé, Maurice-Faure et plusieurs de leurs collègues, porte que le Gouvernement est invité « à étudier, en vue de l'exercice 1903, les modifications du décret du 26 février 1897 de manière :

.....

» 5° A assimiler pour la retraite les ouvriers, ouvrières et employés de

la Guerre à leurs camarades de l'Administration des Tabacs et à tenir compte, en outre, aux vieux ouvriers, ouvrières et employés des versements qu'ils ont pu faire en vue de la constitution de leur retraite, dont le minimum pendant la période transitoire est fixé à 365^{fr} pour les hommes et 275^{fr} pour les femmes. »

Ce n'est pas la première fois que la Chambre des députés adopte une motion de cette espèce. Le 11 décembre 1895 elle votait la résolution suivante qui lui était présentée par MM. Pédebidou, Maurice-Faure, Descubes et Bazille :

« La Chambre invite le Gouvernement à étudier et à préparer, à l'occasion du prochain budget, des mesures propres à établir l'égalité au point de vue des conditions de retraite entre les ouvriers des établissements dépendant du ministère de la Guerre et les ouvriers de l'Administration des manufactures de l'État. »

Cette motion, à laquelle le ministre de la Guerre, M. Cavaignac, avait adhéré sous certaines réserves, a eu pour conséquence le décret du 26 février 1897 qui a été préparé par une Commission extraparlementaire que présidait M. le Général Deloye.

Lors du vote de cette résolution, les ouvriers des manufactures de l'État étaient régis, sous le rapport des retraites, par un règlement du ministre des Finances du 20 juin 1895; c'est ce règlement qui a servi de point de départ aux dispositions du décret du 26 février 1897. Comme l'a indiqué M. le Général Billot dans le Rapport précédant ce décret, l'égalité a été établie entre le personnel ouvrier des établissements de la Guerre et celui des manufactures de l'État, dans les termes mêmes où M. Cavaignac l'avait promise, c'est-à-dire « dans la limite des disponibilités budgétaires et dans la mesure où cette égalité pouvait être réalisée ».

Le décret du 26 février 1897 a été amendé dans certaines de ses dispositions transitoires par les décrets des 18 novembre 1898 et 27 avril 1900; mais, pendant que les ouvriers auxiliaires et commissionnés de la Guerre tendaient à se rapprocher de leurs camarades des manufactures de l'État, ceux-ci marchaient de l'avant et ils obtenaient de nouvelles améliorations dans le régime de leurs pensions, d'abord par un arrêté du ministre des Finances du 26 mai 1898, puis par un nouveau règlement en date du 16 avril 1901.

Dès lors, le sens de la résolution votée, le 28 février 1902, par la Chambre des députés, apparaît clairement. Il s'agit d'accorder aux ouvriers de la Guerre non seulement l'intégralité des avantages que possédaient leurs camarades des manufactures de l'État en 1895, mais encore ceux qui ont été octroyés en 1898 et en 1901 au personnel des Tabacs et des Allumettes.

En quoi les ouvriers des manufactures de l'État sont-ils privilégiés par rapport à ceux des établissements militaires qui, comme eux, sont pensionnés par voie de participation à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse?

1° La pension des premiers est constituée uniquement à l'aide d'un versement de l'État égal à 4 pour 100 des salaires, tandis que la pension des seconds est formée tant au moyen d'un prélèvement de 4 pour 100 sur les salaires que grâce à une bonification de même quotité fournie par l'État.

2° Le minimum de retraite garanti par l'État est, en ce qui concerne les manufactures de l'État, de 600^{fr} pour les hommes et de 400^{fr} pour les femmes, à soixante ans d'âge et trente années de services, tandis qu'en ce qui touche les établissements militaires il n'est que de 500^{fr} pour les hommes à soixante ans d'âge et trente années de services; pour les femmes, il est de 360^{fr} à cinquante-cinq ans d'âge et trente années de services. D'autre part, le minimum garanti en vertu du décret du 26 février 1897 est en même temps le maximum des sacrifices consentis par l'État, tandis que d'après le règlement du 16 avril 1901 le minimum de 600^{fr} ou de 400^{fr} s'accroît, pour chaque année au delà de soixante ans d'âge et de trente années de services, d'un trentième.

3° Les ouvriers et ouvrières des manufactures de l'État peuvent réclamer une pension d'invalidité après vingt ans de services, quel que soit leur âge, sauf au minimum de retraite garanti (600^{fr} pour les hommes, 400^{fr} pour les femmes) à subir alors une réduction d'un trentième pour chaque année au-dessous de trente. En outre, dès que l'ouvrier ou l'ouvrière a atteint cinquante-cinq ans, il a droit également à une pension d'invalidité, quelle que soit la durée de ses services et avec application du minimum de 600^{fr} ou de 400^{fr}, pourvu que son invalidité soit la conséquence de son travail dans les manufactures de l'État. Dans les établissements militaires, cette seconde sorte de pension d'invalidité n'existe pas et, si la première est admise, elle est subordonnée à un minimum de vingt-cinq ans de services au lieu des vingt ans qui suffisent dans les manufactures de l'État.

4° La veuve d'un ouvrier des manufactures de l'État, décédé en activité ou en retraite après vingt ans de services, a droit à une pension égale au tiers de celle que son mari aurait obtenue avec un minimum de 200^{fr}, tandis que la veuve d'un ouvrier des établissements militaires ne peut obtenir une pension que si son mari avait soixante ans d'âge et trente ans de services lors de son décès ou vingt-cinq ans de services et des infirmités le rendant incapable de travailler; aucun minimum de pension n'est garanti à la veuve.

5° Dans les établissements militaires comme dans les manufactures de l'État les droits des orphelins à une pension sont mesurés sur ceux des

veuves, de sorte que d'une administration à l'autre on relève entre les orphelins les mêmes différences qu'entre les veuves.

On voit combien, sur les cinq points que nous venons de mentionner, le régime des pensions institué dans les manufactures de l'État est plus favorable pour les ouvriers, leurs veuves et leurs orphelins que dans les établissements militaires. Il y a là une inégalité qui choque et dont l'abolition est évidemment désirable.

Mais appartient-il au ministre de la Guerre de rétablir l'égalité en étendant aux ouvriers militaires les avantages que les décisions du ministre des Finances ont assurés aux ouvriers des Tabacs et des Allumettes?

A cette question il ne peut être fait qu'une réponse négative.

Il ne faut pas perdre de vue, en effet, qu'actuellement, aux termes de l'article 33 de la loi de finances du 25 février 1901, « aucune modification aux conditions d'admission à la retraite et aux taux des pensions du personnel, quel qu'il soit, des diverses administrations de l'État, ne peut être autorisée que par une loi ». Cet article, par la généralité même de ses termes, s'applique aux ouvriers des différents ministères aussi bien qu'aux fonctionnaires et employés.

Si le ministre des Finances a pu encore, à la date du 16 avril 1901, améliorer par arrêté la situation des ouvriers des manufactures de l'État au point de vue des retraites, c'est à titre purement transitoire et parce que la loi de finances du 25 février 1901 lui avait ouvert le crédit nécessaire à cet effet.

Mais le ministre de la Guerre est absolument incompétent pour donner une satisfaction quelconque, par arrêté ou par décret, aux doléances qui sont présentement formulées par les ouvriers militaires et que la Chambre des députés a appuyées par sa résolution du 28 février 1902. Une loi seule pourrait assimiler les ouvriers de la Guerre à ceux des manufactures de l'État.

Convient-il, dès lors, que le ministre de la Guerre dépose un projet de loi destiné à réaliser la parité que sollicitent les ouvriers des établissements militaires?

Un tel projet de loi ne saurait émaner du ministre de la Guerre seul; il devrait être établi d'accord avec le ministre des Finances.

Le ministre de la Guerre nous paraît d'autant moins devoir prendre à lui seul l'initiative d'une loi que les questions qui se recommandent à sa sollicitude sont d'ordre général. Elles ne se posent pas seulement à propos des ouvriers des établissements de la Guerre; elles intéressent également les ouvriers des services dépendant d'autres départements ministériels. Toute décision prise à l'égard des ouvriers d'une administration a nécessairement sa répercussion dans les autres administrations. Ce n'est donc pas par des solutions séparées, inspirées de conceptions personnelles, qu'il faut chercher

dans chaque ministère à fixer le régime des pensions ouvrières; il est indispensable d'étudier ce régime dans une vue d'ensemble pour tous les ministères et d'adapter pour les divers personnels ouvriers des solutions concordantes. Sinon, tout avantage concédé isolément à l'un des personnels sera, le lendemain, réclamé par les autres, qui démontreront qu'ils y ont un droit égal et, d'assimilation en assimilation, on ne sait où l'on mènera les finances de l'État.

Les ouvriers auxiliaires et commissionnés des établissements militaires demandent notamment qu'on les exonère du prélèvement de 4 pour 100 opéré sur leur salaire et que cette retenue fasse place à une égale subvention de l'État; ils invoquent à l'appui de leur réclamation le règlement ministériel du 30 décembre 1881 qui a affranchi les ouvriers des manufactures de l'État de la retenue de 4 pour 100 à laquelle il a substitué une subvention du même taux? Mais, si la retenue est supprimée pour les ouvriers auxiliaires et commissionnés des établissements militaires, pourquoi ne l'abolirait-on pas pour les ouvriers des Postes et Télégraphes et pour les cantonniers de l'État pensionnés, eux aussi, sur la caisse nationale des retraites pour la vieillesse, pour les ouvriers de l'Imprimerie nationale pensionnés sur une caisse spéciale, pour le personnel ouvrier titulaire des établissements militaires et différents autres personnels ouvriers pensionnés par application de la loi du 9 juin 1853? Et si les ouvriers régis par la loi du 9 juin 1853 sont exemptés de la retenue, pourquoi la maintiendrait-on pour les fonctionnaires et employés soumis à la même loi?

Si le danger des solutions isolées apparaît d'une façon saisissante à propos de la question des retenues, il en est de même pour les autres questions et n'est-ce pas précisément pour conjurer ce péril que la loi du 25 février 1901 a fait passer les pensions du régime des décrets et des arrêtés à celui de la loi? C'est la loi qui, pour les ouvriers de l'État, établira l'unité dans la mesure où elle est réalisable et qui fera succéder l'harmonie à l'incohérence des dispositions présentement en vigueur.

La loi du 9 juin 1853 a, en ce qui touche les fonctionnaires et employés, supprimé 24 caisses de retraites qui fonctionnaient chacune avec ses règles propres et elle a remplacé ces 24 régimes particuliers par un régime général, le même pour tous; ce que cette loi a accompli pour les fonctionnaires et les employés, il est indispensable qu'une loi le fasse pour les ouvriers.

Sans parler des ouvriers immatriculés qui, soit à la Guerre, soit à la Marine, sont placés sous le régime des pensions militaires, on ne compte pas moins de trois régimes de pensions civiles pour les autres ouvriers : les pensions liquidées en vertu de la loi du 9 juin 1853, comme celles des ouvriers titulaires de la Guerre, les pensions servies sur des caisses spé-

ciales, comme celles des ouvriers de l'Imprimerie nationale, les pensions constituées par participation à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse, et ces dernières pensions se subdivisent en une infinité de variétés.

Nous pensons qu'il y a urgence à entrer dans la voie de l'unification et que c'est à la loi d'ensemble, dont l'intervention s'impose à brève échéance, qu'il convient de renvoyer la décision à prendre sur la demande des ouvriers des établissements de la Guerre tendant à être assimilés à ceux des manufactures de l'État.

Tel est l'avis de la Commission au sujet de la première partie de la cinquième proposition contenue dans la résolution votée le 28 février par la Chambre des députés.

Dans une note qui forme le complément naturel de ce rapport, M. le contrôleur général Cretin s'est livré à d'intéressants calculs qui montrent la charge qui résulterait pour l'État de l'assimilation, sur les deux premiers points signalés plus haut, des ouvriers auxiliaires et commissionnés des établissements militaires avec le personnel correspondant des Tabacs et des Allumettes. Il resterait à déterminer les conséquences financières de l'assimilation sur les trois autres points.

La seconde partie de la cinquième proposition comprise dans la résolution adoptée par la Chambre des députés n'a pas soulevé d'objections de la part de la Commission, qui, après avoir pris connaissance des explications fournies dans la note de M. le contrôleur général Cretin, a émis un avis favorable à la mesure sollicitée par les ouvriers auxiliaires et commissionnés de la Guerre.

Comme il ne s'agit de toucher qu'aux dispositions transitoires du décret du 26 février 1897, il ne serait pas nécessaire d'attendre la loi d'ensemble, dont l'élaboration nous a paru indispensable, et les intéressés pourraient recevoir satisfaction par un article à insérer dans la loi de finances de l'exercice 1903.

THÉODORE TISSIER.

NOTE

PRÉPARÉE PAR L'ADMINISTRATION EN VUE D'INDIQUER APPROXIMATIVEMENT QUELQUES-UNES DES CHARGES QU'IMPOSERAIT A L'ÉTAT L'APPLICATION AUX OUVRIERS DE LA GUERRE DE LA 5e PROPOSITION DE LA MOTION ADOPTÉE PAR LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS, DANS LA 2e SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1902, ET AINSI CONÇUE :

« Assimiler pour la retraite les ouvriers, ouvrières et employés de la Guerre à leurs camarades de l'Administration des Tabacs et tenir compte, en outre, aux vieux ouvriers, ouvrières et employés, des versements qu'ils ont pu faire en vue de la constitution de leur retraite dont le minimum,

pendant la période transitoire, est fixé à 365^{fr} pour les hommes et 275^{fr} pour les femmes. »

Cette proposition se divise en deux parties :

1° Application au personnel de la Guerre du régime des retraites adopté dans l'Administration des Tabacs;

2° Une autre partie, distincte, tendant à tenir compte aux vieux ouvriers des versements qu'ils ont pu faire. Cette seconde réclamation est mal définie; elle sera examinée en dernier lieu.

PREMIÈRE PARTIE.

Application du régime des manufactures des Tabacs.

Aux termes des articles 3 et 10 combinés du décret du 26 février 1897, le personnel civil des établissements militaires est astreint à effectuer à la caisse nationale des retraites, par prélèvement sur le salaire, des versements correspondant à 4 pour 100 du montant du salaire.

L'État verse, de son côté, une part contributive également fixée à 4 pour 100 du montant du salaire. C'est donc, en réalité, un versement de 8 pour 100 qui est inscrit au nom personnel de l'intéressé, s'il est célibataire ou veuf, et de 6 pour 100, s'il est marié, le conjoint devant, dans ce cas, bénéficier de la moitié du prélèvement sur le salaire, soit 2 pour 100, aux termes de l'article 13 de la loi du 20 juillet 1886.

Au moment de la retraite, lorsque la rente viagère, produite par ces versements n'atteint pas le minimum de 500^{fr} pour les hommes et 360^{fr} pour les femmes, l'État complète la rente viagère à ces chiffres.

Dans les manufactures des Tabacs, il n'est pas opéré de prélèvement sur le salaire : la part contributive de l'État (4 pour 100 comme à la Guerre) est seule versée au compte de l'ouvrier et profite entièrement à l'ouvrier, qu'il soit célibataire ou marié. En outre, le minimum garanti, au lieu d'être de 500^{fr} et de 360^{fr}, est de 600^{fr} pour les hommes et de 400^{fr} pour les femmes.

L'assimilation du personnel des établissements militaires au personnel des manufactures de l'État aurait donc pour effet :

1° De supprimer le prélèvement sur le salaire, l'État restant seul chargé de la constitution de la retraite des intéressés et de la pension de leur veuve;

2° D'augmenter la quotité du minimum garanti.

La présente note n'a pas pour objet d'exposer les considérations pour ou contre l'adoption de ce système; le but de ce travail est seulement d'indiquer sommairement et approximativement quelle serait la répercussion, sur le budget, de l'adoption de la mesure réclamée.

La dépense peut être évaluée pour 1903 à environ 718 583^{fr}, soit une

augmentation de 123 807^{fr} sur les charges résultant de l'application du décret de 1897.

Cette dépense ira en s'accroissant, d'année en année, pour atteindre, vers 1927, le maximum de 1 975 005^{fr}, soit une augmentation de 858 568^{fr} sur le maximum de charges résultant de l'application du décret de 1897 (maximum atteint en 1916), et, à partir de 1927, décroîtra pour s'arrêter à l'état constant, 1 663 685^{fr}, en augmentation de 1 415 461^{fr} sur l'état constant prévu pour l'application du décret de 1897.

DEUXIÈME PARTIE.

« Tenir compte, en outre, aux vieux ouvriers, ouvrières et employés, des versements qu'ils ont pu faire en vue de la constitution de leur retraite dont le minimum, pendant la période transitoire, est fixé à 365^{fr} pour les hommes et 275^{fr} pour les femmes. »

Il est assez difficile de s'expliquer ce que les intéressés réclament d'après cette formule.

Une des revendications du 7^{e} congrès ouvrier avait pour but d'obtenir que la rente acquise par les versements vienne s'ajouter au minimum actuel de 365^{fr} et de 275^{fr}.

Il ne semble pas que ce soit là l'objet de la proposition dont il s'agit; en tout cas, l'application de cette mesure ne serait pas réalisable, car elle aurait pour effet d'exclure, dans le calcul du minimum, les versements opérés annuellement pour atteindre, après trente années de versements, la garantie prévue par l'article 10 du décret de 1897.

On peut penser que les intéressés ont eu plutôt en vue d'obtenir que la majoration qui s'ajoute chaque année au minimum et qui actuellement est et restera stationnaire jusqu'en 1907, reprenne dès maintenant sa marche ascensionnelle. Cette majoration, attribuée par chaque année de versements, a été calculée de telle sorte qu'elle tend à se rapprocher graduellement du minimum de 500^{fr} et qu'après trente années de versements, les intéressés se trouveront avoir atteint ce minimum. En élevant, par le décret du 27 avril 1900, subitement à 365^{fr} ce minimum, on se trouve avoir anticipé d'un certain nombre d'années, attendu que ce taux de 365^{fr} ne sera atteint environ qu'en 1907.

Si donc, à partir de 1903, on ajoutait au minimum de 365^{fr} la majoration par année de versement pour atteindre en 1927 (après trente années de versements depuis 1897) le minimum de 500^{fr}, l'augmentation de dépense qui en résulterait pour l'État serait :

En 1903, de 1602^{fr}, pour atteindre, en 1919, le maximum de 66 774^{fr}, puis décroître, pour se confondre avec les évaluations anciennement prévues pour l'application du régime actuel en 1950.

Le calcul n'a été établi, dans ce cas, que pour les ouvriers; la même progression serait à prévoir sur des bases moins élevées pour les ouvrières.

Le Contrôleur général, directeur,
CRETIN.

N° 334.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

DÉCRET DU 28 MARS 1902
sur la durée du travail journalier.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 9 septembre 1848 relative aux heures de travail dans les manufactures et usines, et notamment l'article 2 ainsi conçu :

« Des règlements d'administration publique détermineront les exceptions qu'il sera nécessaire d'apporter à cette disposition générale, à raison de la nature des industries ou des causes de force majeure »;

Vu la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels;

Vu la loi du 30 mars 1900 portant modification de celles du 2 novembre 1892 et du 9 septembre 1848;

Vu les décrets des 17 mai 1851, 31 janvier 1866, 3 avril 1889 et 10 décembre 1899, rendus en exécution de la loi du 9 septembre 1848;

Vu l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures;

Vu l'avis de la Commission supérieure du travail;

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — La durée du travail effectif journalier des ouvriers adultes peut, pour les travaux désignés au Tableau suivant et conformément à ses indications, être élevée au-dessus des limites respectivement fixées par l'article 1er de la loi du 9 septembre 1848, en ce qui concerne les établissements ou parties d'établissements industriels n'employant dans les mêmes locaux que des hommes adultes, et par l'article 2 de la loi du 30 mars 1900, en ce qui concerne les établissements ou parties d'établissements industriels employant dans les mêmes locaux des hommes adultes et des enfants, des filles mineures ou des femmes :

DÉSIGNATION DES TRAVAUX.	LIMITE D'AUGMENTATION de durée du travail effectif journalier.
1° Travail des ouvriers spécialement employés dans une industrie quelconque à la conduite des fours, fourneaux, étuves, sécheries ou chaudières autres que les générateurs pour machines motrices, ainsi qu'au chauffage des cuves et bacs, sous la condition que ce travail ait un caractère purement préparatoire ou complémentaire, et ne constitue pas le travail fondamental de l'établissement. Travail des mécaniciens et des chauffeurs employés au service des machines motrices.	Une heure et demie au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement; deux heures le lendemain de tout jour de chômage.
2° Travail des ouvriers employés, après arrêt de la production, à l'entretien et au nettoyage des métiers ou autres machines productrices que la connexité des travaux ne permettrait pas de mettre isolément au repos pendant la marche générale de l'établissement.	Une demi-heure au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement.
3° Travail d'un chef d'équipe ou d'un ouvrier spécialiste dont la présence est indispensable à la marche d'un atelier ou au fonctionnement d'une équipe, dans le cas d'absence inattendue de son remplaçant et en attendant l'arrivée d'un autre remplaçant.	Deux heures au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement.
4° Travail des ouvriers spécialement employés soit au service des fours, soit à d'autres opérations, quand le service ou les opérations doivent rester continus pendant plus d'une semaine.	Faculté illimitée pendant un jour pour permettre l'alternance des équipes, cette alternance ne pouvant avoir lieu qu'à une semaine d'intervalle au moins.
5° Travail des ouvriers spécialement employés soit à des opérations de grosse métallurgie (fonte, forgeage, laminage des métaux en grosses pièces et opérations connexes), soit à d'autres opérations reposant sur des réactions qui, techniquement, ne peuvent être arrêtées à volonté, lorsque les unes et les autres n'ont pu être terminées dans les délais réglementaires par suite de circonstances exceptionnelles.	Deux heures, exceptionnellement pour la grosse métallurgie, six heures la veille de tout jour de chômage.
6° Travaux urgents dont l'exécution immédiate est nécessaire pour prévenir des accidents imminents, organiser des mesures de sauvetage, ou réparer des accidents survenus soit au matériel, aux installations ou aux bâtiments de l'établissement.	Faculté illimitée pendant un jour au choix de l'industriel; les autres jours, deux heures au delà de la limite fixée par l'article 1er, paragraphe 1er de la loi du 9 septembre 1848.

DÉSIGNATION DES TRAVAUX.	LIMITE D'AUGMENTATION de durée du travail effectif journalier.
7° Travaux exécutés dans l'intérêt de la sûreté et de la défense nationales, sur un ordre du Gouvernement constatant la nécessité de la dérogation.	Limite à fixer, dans chaque cas, de concert entre le ministre du Commerce et de l'Industrie et le ministre qui ordonne les travaux.
8° Travail du personnel des imprimeries typographiques, lithographiques et en taille douce.	Deux heures au delà de la limite fixée par l'article 1er, paragraphe 1er de la loi du 9 septembre 1848. Maximum annuel : 100 heures.
9° Travail des ouvriers spécialement employés à la mouture des grains dans les moulins exclusivement actionnés par l'eau ou par le vent.	Deux heures au delà de la limite fixée par l'article 1er, paragraphe 1er de la loi du 9 septembre 1848.

ART. 2. — Les facultés d'augmentation de la durée du travail journalier accordées pour les enfants, les filles mineures et les femmes, en vertu de la loi du 2 novembre 1892, s'appliquent de plein droit aux ouvriers adultes employés dans les mêmes locaux.

ART. 3. — Tout chef d'établissement qui veut user des facultés prévues aux articles précédents est tenu de faire connaître préalablement à l'inspecteur du travail la nature de la dérogation, le nombre d'ouvriers pour lesquels la durée du travail journalier sera augmentée, les heures de travail et de repos de ces ouvriers, celles de l'ensemble du personnel de l'établissement et les jours auxquels s'applique l'augmentation. Copie de cet avis sera affiché dans l'établissement.

Si cette augmentation est motivée, soit par les circonstances exceptionnelles prévues au paragraphe 5 du Tableau annexé à l'article 1er, soit par les travaux urgents prévus au paragraphe 6 du même Tableau, l'avis doit être envoyé par exprès ou par télégramme à l'inspecteur du travail. Si la faculté réclamée ne lui paraît pas justifiée, celui-ci en avisera l'industriel.

ART. 4. — Les décrets des 17 mai 1851, 31 janvier 1866, 3 avril 1889 et 10 décembre 1899 sont abrogés.

ART. 5. — Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 28 mars 1902.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

A. MILLERAND.

N° 335.

CIRCULAIRE

relative à l'application, dans les établissements militaires, des dispositions du décret du 28 mars 1902, portant règlement d'administration publique sur la durée du travail effectif journalier des ouvriers adultes.

Paris, le 29 mai 1902.

Sur le rapport du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, le Président de la République a rendu, le 28 mars 1902, un décret portant règlement d'administration publique sur la durée du travail effectif journalier des ouvriers adultes.

En ce qui concerne l'application des dispositions dudit décret dans les établissements de la guerre, on remarquera que l'avis préalable à l'inspecteur du travail, prévu par l'article 3, ne saurait avoir de raison d'être, puisque ce fonctionnaire n'a pas à s'immiscer dans la surveillance des établissements militaires, laquelle incombe exclusivement au ministre de la Guerre et à ses agents. Il conviendra néanmoins de rendre compte au ministre de toutes les modifications apportées en exécution dudit décret à la durée du travail journalier.

N° 336.

DÉCRET DU 29 MAI 1902
relatif aux emplois réservés aux militaires par l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889.

MINISTÈRE DE LA GUERRE.

RAPPORT AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 29 mai 1902.

Monsieur le Président,

Le Conseil d'État, dans sa séance du 1er février 1900, tout en adoptant un projet de décret que je lui avais soumis pour modifier le règlement d'administration publique du 28 janvier 1892, relatif aux anciens militaires gradés comptant au moins cinq ans de services, a appelé mon attention sur la fréquence des changements apportés aux programmes des connaissances exigées des candidats et sur l'opportunité d'examiner s'il n'y aurait pas intérêt à faire disparaître ces programmes des tableaux annexés à ce document.

Je reconnais qu'il est indispensable, surtout pour certaines administrations dont les fonctionnaires doivent être au courant des moyens nouveaux de recherches, de contrôle, etc., etc., de modifier les programmes des connaissances à exiger des candidats en raison du développement de l'instruction, des progrès scientifiques et de leur application.

Or, ces modifications peuvent être fréquentes et nécessiter des changements fréquents au décret.

D'autre part, les militaires gradés, comptant au moins cinq ans de services, doivent subir les mêmes épreuves et remplir les mêmes conditions que les candidats qui n'ont pas la durée de services exigée par l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889; cet article ne paraît leur conférer qu'un droit de préférence pour leur nomination à l'emploi pour lequel ils ont été reconnus aptes.

J'estime, en conséquence, que, pour ne pas avoir à y apporter des modifications incessantes, il serait utile de n'inscrire au décret qu'une mention invitant les candidats à se procurer le programme des examens ou des conditions à remplir, en s'adressant aux administrations compétentes: le décret n'indiquerait que les conditions générales qui peuvent être considérées comme invariables.

Je crois, en outre, qu'il y aurait lieu de saisir cette occasion, soit pour modifier certaines prescriptions du décret du 28 janvier 1892, que l'expé-

rience a démontrées inutiles ou inapplicables, soit pour en rendre d'autres plus explicites.

J'ai, en conséquence, préparé, après avoir consulté les administrations intéressées, le projet de décret ci-joint qui a reçu la haute approbation du Conseil d'État.

Si vous en approuvez les termes, je vous serais très obligé de vouloir bien le revêtir de votre signature.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre de la Guerre,
Général L. ANDRÉ.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre de la Guerre,

Vu l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889, ainsi conçu : A partir du 1er novembre de la troisième année qui suivra la mise en vigueur de la présente loi, nul ne pourra être admis à exercer certains emplois salariés par l'État ou les départements si, n'ayant pas été déclaré impropre au service militaire, à l'appel de sa classe, il ne compte au moins cinq années de services actifs dans les armées de terre ou de mer, dont deux comme officier, sous-officier, caporal ou brigadier, ou si, avant les dates ci-dessus mentionnées, il n'a été retraité ou réformé.

» Un règlement d'administration publique, qui devra être promulgué un an au plus après la mise en vigueur de la présente loi, déterminera les emplois ainsi réservés, les conditions auxquelles les candidats devront satisfaire pour les obtenir et le mode de recrutement de ces emplois, en cas d'insuffisance de candidats remplissant les conditions voulues. »

Vu le décret du 28 janvier 1892;

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Les emplois énumérés dans les tableaux annexés au présent règlement sont réservés aux militaires et anciens militaires remplissant les conditions fixées par l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889.

Ils ne peuvent être attribués à d'autres postulants qu'à défaut de candidats de cette catégorie.

Les notices contenant les programmes des connaissances exigées et des conditions à remplir sont envoyées ou remises, par les diverses administrations, aux candidats qui les demandent.

ART. 2. — Toute demande d'emploi doit être adressée au général commandant la région dans laquelle se trouve le corps auquel le candidat appartient ou a appartenu pendant qu'il était en activité de service.

Si le candidat est présent au corps, la demande est transmise par la voie hiérarchique. Si le candidat est dans ses foyers, elle est transmise par l'intermédiaire de la gendarmerie.

L'autorité militaire donne son avis sur la demande et la transmet à l'autorité compétente dans un délai qui ne doit pas dépasser un mois.

ART. 3. — Pour chaque catégorie d'emplois, une Commission nommée par l'administration intéressée statue sur la moralité et l'aptitude professionnelle des candidats.

Lorsque, pour l'obtention d'un emploi, la notice visée à l'article 1er prescrit un examen, la Commission fait subir au candidat les épreuves exigées et décide s'il a une connaissance suffisante des matières contenues dans le programme.

Un officier désigné, sur la demande de l'administration intéressée, par l'autorité militaire locale, fait partie de la Commission avec voix délibérative.

La Commission ne peut délibérer en son absence.

La liste des candidats admis est transmise par le président de la Commission au ministre de la Guerre.

Il y a, pour chaque catégorie d'emplois, au moins une session d'examen par an.

ART. 4. — A la suite de la session, les candidats admis sont classés par catégorie d'emplois dans l'ordre déterminé par le grade, et, dans chaque grade, par la durée totale des services. Les nominations sont faites en suivant ce classement; s'il existe des candidats inscrits sur des listes antérieures, les candidats nouveaux sont inscrits à la suite.

ART. 5. — Lorsqu'un emploi est donné au concours, tous les candidats sont astreints aux mêmes épreuves.

Ceux qui les ont subies avec succès et qui peuvent réclamer le bénéfice de l'article 84 de la loi sur le recrutement ont, pour la nomination à l'emploi, un droit de priorité sur tous les autres.

Ils sont classés entre eux selon la règle fixée à l'article précédent.

ART. 6. — Chaque année, au plus tard le 1er juillet, les ministres et les différentes administrations transmettent au ministre de la Guerre un état indiquant, pour l'année précédente, le nombre de vacances pour chaque emploi, le nombre des places demandées et le nombre de nominations faites en faveur des officiers, sous-officiers, caporaux et brigadiers ayant la durée de services exigée par l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889.

Ces états sont insérés, par les soins du ministre de la Guerre, au *Journal officiel.*

ART. 7. — Les emplois figurant sur les tableaux annexés au présent décret et sur les tableaux annexés à la loi du 18 mars 1889 et aux décrets rendus pour son exécution, sont attribués, dans la proportion fixée, d'abord aux candidats remplissant les conditions de ladite loi et ensuite aux militaires ou anciens militaires visés à l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889.

ART. 8. — Le décret du 28 janvier 1892 est abrogé.

ART. 9. — Le ministre de la Guerre et les autres ministres, chacun en ce qui le concerne, sont chargés de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois.*

Fait à Paris, le 29 mai 1902.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre de la Guerre,
Général L. ANDRÉ.

Tableaux annexés au décret du 29 mai 1902, portant règlement d'administration publique et relatif aux emplois réservés aux anciens militaires gradés comptant au moins cinq ans de services.

NOTA. — **Le brevet d'officier équivaut au diplôme de bachelier.**

Le nombre d'années qui suit la désignation de l'emploi indique la limite d'âge pour l'admission.

.....

Ministère de la Guerre.

Service des poudres et salpêtres.

Chefs mécaniciens, 30 ans (limite reculée d'un nombre d'années égal à celui des années de services militaires comptant pour la retraite).

Commis et chef ouvrier, 30 ans (limite reculée d'un nombre d'années égal à celui des années de services militaires comptant pour la retraite).

Poudrier, 30 ans (limite reculée d'un nombre d'années égal à celui des années de services militaires comptant pour la retraite).

Concierge, 30 ans (limite reculée d'un nombre d'années égal à celui des années de services militaires comptant pour la retraite).

N° 337.

CIRCULAIRE DU 1er JUIN 1902,

relative à la composition de la Commission mixte de fabrication des poudres et explosifs de guerre.

La composition de la Commission mixte de fabrication des poudres et explosifs de guerre, fixée par décision du 24 avril 1897, est modifiée ainsi qu'il suit :

L'Inspecteur général de 1re classe des Poudres et Salpêtres, *Président.*
Deux Ingénieurs en chef ou Ingénieurs des Poudres et Salpêtres, *Membres.*
Deux officiers de l'Artillerie de terre, »
Deux officiers de l'Artillerie coloniale, »
Le Chef de la Section technique d'Infanterie, »
Un Ingénieur en chef ou Ingénieur des Poudres et Salpêtres, faisant fonctions de Secrétaire avec voix consultative.

N° 338.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 494, du 3 juin 1902.)

POUDRES A FEU.

Exportation. — Délivrance de poudres sans fumée appropriées au matériel de guerre construit par l'industrie privée.

Par la circulaire n° 258, du 14 janvier 1898, l'Administration a fait connaître que, indépendamment des poudres diverses noires et prismatiques brunes, l'industrie privée pourrait obtenir la livraison de poudres du type B employées par la marine de l'État. Cette mesure a été prise pour favoriser le développement en France de l'industrie du matériel de

guerre, en permettant à nos nationaux d'accepter des commandes de l'étranger et de fournir les poudres appropriées à ce matériel; mais elle n'a pas donné entière satisfaction aux intéressés, qui ont demandé qu'il leur soit livré des poudres B différentes des types en usage dans la marine française et mieux adaptées aux bouches à feu de feur fabrication.

M. le Ministre de la Guerre a reconnu la légitimité de cette demande, et, d'accord avec son collègue de la Marine, il a décidé que l'industrie privée pourra à l'avenir recevoir des poudres B étudiées spécialement en vue de ses besoins et ne différant des poudres BM actuelles que par les dimensions de leurs brins ou leur vivacité.

De même que les poudres BM, les nouveaux types spéciaux seront cédés au même prix que les poudres BN et la livraison en sera effectuée, sous le régime de l'exportation, dans les conditions fixées par le décret du 21 mai 1886 et rappelées dans la notice annexée à la circulaire n° 219, du 22 juillet 1897.

Suivant les dispositions de la circulaire n° 258 précitée, les demandes de poudres de la marine devaient être adressées à M. le Ministre des Affaires étrangères, qui les faisait parvenir à son collègue de la Guerre par l'intermédiaire du Département de la Marine auquel il appartenait de statuer. Le maintien de ce mode de transmission n'ayant pas paru indispensable, il a été décidé, dans un but de simplification, après entente entre les Départements ministériels intéressés, qu'à l'avenir les demandes de poudres BM ainsi que celles de poudres B spéciales dont il vient d'être parlé seront directement adressées à M. le Ministre de la Guerre, qui procédera à leur instruction et prendra ensuite les mesures nécessaires à leur exécution, en tenant compte, le cas échéant, des interdictions relatives à l'exportation d'armes ou de munitions de guerre à destination de certains pays.

Ces nouvelles dispositions sont dès à présent applicables. Elles devront être portées par le service à la connaissance des exportateurs.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
Signé : COURTIN.

N° 359.

TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES OU INFECTES. Neuvième modification au Règlement du 12 novembre 1897.

Paris, le 18 juin 1902.

LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS A MESSIEURS LES ADMINISTRATEURS DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

MESSIEURS,

Mon Administration a été saisie d'une demande de l'Union

française des acétylénistes tendant à obtenir diverses modifications aux conditions de transport du carbure de calcium, et notamment le déclassement de ce produit de la 3e à la 4e catégorie des matières dangereuses.

J'ai soumis la question à l'examen de la Commission d'application du Règlement du 12 novembre 1897 sur le transport, par voie ferrée, des matières dangereuses ou infectes.

La Commission a émis l'avis suivant :

1° Il y a lieu de reporter le carbure de calcium de la 3e dans la 4e catégorie des matières dangereuses visées par le Règlement du 12 novembre 1897;

2° Il convient de prendre acte de la déclaration des Compagnies d'assurer le factage ou le camionnage à domicile du carbure de calcium, aussi bien au départ qu'à l'arrivée;

3° Les Compagnies ne sauraient être tenues d'accepter les colis de carbure de calcium dans les bureaux de ville;

4° Elles ne doivent exiger, sur ces colis, l'apposition, en dehors de l'inscription du nom du produit en toutes lettres, d'aucune mention, telle que celle de *matière inflammable*.

En conséquence, il y a lieu, dans le Règlement du 12 novembre 1897 :

a. De supprimer la mention du carbure de calcium à l'article 3e et de la reporter à l'article 3d, entre le bioxyde de baryum et le sulfure de sodium;

b. De supprimer les articles 87 et 88 et de les reporter après l'article 113, sous les numéros 113 *bis* et 113 *ter;*

c. De modifier, à la table des matières, les indications relatives au carbure de calcium, en substituant :

Dans la 2e colonne — 3d (4e) à 3e (3e);
Dans la 3e colonne — 4, 5, 113 *bis*, 113 *ter* à 4, 5, 87, 88;
Dans la 4e colonne — 166 à 162, 164.

J'ai adopté cet avis.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire et de rectifier, d'après les dispositions qu'elle contient, les exemplaires du Règlement déposés dans les stations de votre réseau.

Recevez, Messieurs, l'assurance de ma considération très distinguée.

Pour le Ministre et par autorisation,

Le Conseiller d'État,
Directeur des Chemins de fer,
D. PÉROUSE.

N° 340.

APPLICATION DU DÉCRET DU 23 DÉCEMBRE 1901

concernant la conservation des explosifs dans les exploitations souterraines.

Paris, le 18 juillet 1902.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Par circulaire du 21 janvier 1902, dont vous avez reçu directement copie, M. le Ministre des Travaux publics a adressé aux Préfets des instructions relatives à l'application du décret du 23 décembre 1901 (1) concernant la conservation des explosifs dans les exploitations souterraines.

Ces instructions s'appliquent aux dispositions des articles 2 à 11 dudit décret, dont l'application relève exclusivement du ministre des Travaux publics. Les dispositions des articles 1 et 12 rentrant au contraire dans les attributions de mon Département, il m'appartient de vous donner des indications sur leur portée et sur leur interprétation. C'est dans ce but que j'ai l'honneur de vous adresser la présente circulaire.

Jusqu'à présent, la réglementation édictée pour les dépôts de dynamite par la loi du 8 mars 1875 et les décrets des 24 août 1875 et 28 octobre 1882 a donné lieu à de très grandes difficultés d'application. Les consommateurs de dynamite ne pouvaient faire légalement un usage constant de cet explosif qu'à la condition d'avoir obtenu l'autorisation d'établir un dépôt dans la forme prévue par le décret du 24 août 1875. Comme la procédure réglementaire exigée en pareil cas demandait des délais très prolongés, quelle que fût la diligence de l'Administration, et que pendant cette période d'instruction le dépôt ne pouvait fonc-

---

(1) Voir t. XI, p. *65 et suiv.

tionner, les intéressés et en particulier les exploitants des mines, minières et carrières, dont l'industrie consomme la plus grande partie de la dynamite employée annuellement en France, ont eu recours aux dispositions du décret du 28 octobre 1882 et ont pratiqué le régime dit *des huit jours*.

Par une interprétation condamnée par le Comité consultatif des arts et manufactures, mais contre laquelle il n'était pas possible de réagir sans apporter de graves entraves dans les travaux de l'industrie extractive, on a cru qu'il était possible de conserver d'une façon permanente de la dynamite, pourvu que le local qui la contenait fût fermé à clé et que chaque approvisionnement d'explosif fût consommé dans les huit jours de sa réception.

Cette façon de procéder avait les plus grands inconvénients tant au point de vue de la sécurité du voisinage que de la surveillance de l'emploi de la dynamite.

Le décret du 23 décembre 1901 a pour but de faire cesser cette pratique dans les exploitations de mines, minières et carrières.

Ce décret distingue les approvisionnements de dynamite en trois groupes : les dépôts permanents, les dépôts temporaires et les dépôts souterrains secondaires.

La surveillance de ces derniers relève du ministre des Travaux publics, et la circulaire du 21 janvier 1902 vous a donné des instructions à leur sujet. Les dépôts des deux premiers groupes sont placés également sous votre surveillance, lorsque par leur situation ils ont une relation industrielle immédiate avec l'exploitation elle-même, mais pour ce contrôle le service des mines est placé sous mon autorité exclusive. Il en résulte que, pour toutes les questions de service se rattachant à cette partie de vos attributions, vous devrez communiquer par l'intermédiaire des Préfets avec mon Département. (Direction du Travail; 2e bureau.)

Les dépôts permanents sont ceux qui sont établis en vertu d'un décret conformément au règlement du 24 août 1875. Il sont soumis aux prescriptions spéciales prévues par leur titre d'institution et d'autre part aux dispositions générales résultant des lois et règlements sur la matière.

L'institution des dépôts temporaires, par le décret du 23 décembre 1901, a pour but de remédier aux inconvénients rappelés

plus haut et inhérents à la procédure compliquée qui précède l'autorisation des dépôts permanents. Dorénavant les exploitants de mines faisant usage de dynamite devront, pour approvisionner leurs dépôts souterrains secondaires, posséder un dépôt permanent autorisé. Ce dépôt pourra être installé à frais communs par plusieurs entreprises, mais sera dans tous les cas suffisamment rapproché des dépôts secondaires qu'il sera destiné à alimenter pour qu'on puisse considérer la dynamite comme employée dès sa sortie du dépôt autorisé.

Pendant la durée de l'instruction des demandes en autorisation de dépôts permanents, les intéressés seront admis à solliciter l'installation d'un dépôt temporaire qui cessera d'exister le jour où le dépôt permanent autorisé par décret sera mis en service.

Les dépôts temporaires pourront être établis à la surface ou sous terre, mais à la condition toutefois, dans ce dernier cas, qu'ils ne soient pas placés dans les travaux mentionnés à l'article 1er, paragraphe 1er, du décret du 23 décembre 1901, c'est-à-dire dans « les travaux souterrains en activité des mines, minières et carrières ou dans les travaux souterrains en communication avec les précédents ».

C'est là la seule condition générale prescrite par l'article 12 du décret précité qui prévoit l'existence des dépôts temporaires. Il semble cependant qu'il y a lieu d'imposer à ce genre de dépôts certaines conditions d'installation et de régler d'une façon précise les formalités à la suite desquelles ils pourront être autorisés.

On ne doit pas oublier que l'instruction des demandes pour l'établissement de ces dépôts doit être la plus rapide possible; si elle se prolongeait, en effet, les intéressés ne pourraient pas bénéficier de la faculté qui leur est donnée de faire un usage constant de dynamite aussitôt qu'une demande de dépôt permanent a été formée.

Cette dernière demande sera soumise comme jusqu'ici à l'enquête réglementaire prévue par le décret du 24 août 1875, mais il n'y aura pas lieu d'en attendre la conclusion pour assurer l'existence du dépôt temporaire qui, devant être essentiellement provisoire, sera établi sans accomplissement des formalités prévues par le texte précité. Cette situation particulière exigera, de votre part,

une grande prudence dans le choix des conditions d'établissement des dépôts de ce genre.

Dans la plupart des cas, le dépôt temporaire sera établi à l'emplacement proposé pour le dépôt permanent sollicité; il y aura alors avantage à lui imposer, autant que possible, les conditions qui seront insérées dans le décret à intervenir, afin d'éviter tout changement lorsque le dépôt deviendra permanent.

Je crois devoir vous communiquer ci-dessous, à titre de renseignement, diverses prescriptions types insérées jusqu'ici dans les décrets d'institution de dépôts et qui pourraient être imposées à tous les dépôts temporaires de 1re et de 2e classes établis à la surface. En ce qui concerne les dépôts de 3e classe, dont l'usage paraît d'ailleurs exceptionnel, vous apprécierez suivant les circonstances quelles sont les prescriptions à leur imposer.

a. Le bâtiment sera, dans toutes ses parties, de construction légère; il comportera un plafond et un faux grenier.

Des évents, fermés par une toile métallique, seront ménagés tant dans le faux grenier que dans le magasin pour déterminer une large ventilation.

La toiture non métallique devra être aussi légère que possible et présenter une saillie suffisante pour protéger les évents du magasin contre les rayons directs du soleil.

Le sol sera soigneusement dallé et les parois du bâtiment seront recouvertes d'un enduit propre à préserver la dynamite contre l'humidité.

Le dépôt sera fermé par une porte double en menuiserie pleine, munie d'une serrure de sûreté.

b. Le dépôt sera entouré d'une levée en terre dont le talus intérieur sera établi, sur une épaisseur de $0^m,50$, avec des terres débarrassées de pierres et sera gazonné; ce talus, dont la pente sera aussi raide que le permettra la nature du remblai, aura son pied à 1^m de distance du soubassement du bâtiment et son sommet à 1^m au moins au-dessus du niveau du faîte de ce bâtiment. A cette hauteur, la levée conservera à toute époque une largeur minimum de 1^m. Elle sera traversée, pour l'accès du dépôt, par un passage voûté.

c. Un logement ou un abri de gardien protégé contre une

explosion par une levée en terre à défaut d'un abri naturel sera établi à proximité du dépôt.

d. La quantité maximum de dynamite que le dépôt pourra recevoir est fixée à kilogrammes.

e. La manutention du dépôt sera confiée à des hommes expérimentés.

Les caisses contenant les cartouches de dynamite ne devront être ouvertes qu'en dehors de l'enceinte du dépôt.

f. Les matières inflammables autres que la dynamite et spécialement les amorces fulminantes, la poudre, les matières en ignition, les pierres siliceuses, les outils en fer, seront formellement exclus du dépôt et de ses abords.

La clôture extérieure ne sera ouverte que pour le service du dépôt, et ce service ne se fera que de jour.

Le dépôt sera placé sous la surveillance d'un agent spécialement chargé de la garde.

Le logement ou abri du gardien et les portes du dépôt seront reliés par des communications électriques établies de telle façon que l'ouverture des portes ou la simple rupture des fils de communication fasse fonctionner automatiquement une sonnerie d'avertissement placée à l'intérieur du logement.

g. Il sera toujours tenu en réserve, à proximité du dépôt, des approvisionnements d'eau et de sable, ou tout autre moyen propre à éteindre un commencement d'incendie.

La personne qui distribuera la dynamite aura à justifier à toute réquisition du Préfet, de ses délégués et des agents de l'Administration des Contributions indirectes, de l'emploi de cet explosif. A cet effet, elle devra tenir un registre coté et paraphé par le maire, sur lequel elle inscrira jour par jour et sans aucun blanc:

1° Les quantités introduites et la date de leur réception;

2° La date des livraisons faites aux ouvriers pour un usage immédiat;

3° Les quantités qui leur ont été délivrées;

4° Les noms, prénoms et demeures de ces ouvriers.

L'emploi de la dynamite délivrée aux ouvriers sera en outre rigoureusement vérifié.

En ce qui concerne les dépôts souterrains ou les dépôts superficiels enterrés dont la pratique doit être spécialement recommandée, les prescriptions types *a* et *b* ci-dessus relatives aux dépôts superficiels de construction légère devraient être remplacées par les indications suivantes :

« *Dépôts enterrés.* — Les dépôts enterrés dans le sol naturel seront placés à une profondeur suffisante, soit pour éviter toutes projections superficielles, soit pour que ces projections ne dépassent pas une distance de 50^{m}.

» Les épaisseurs à conserver au-dessus des dynamitières pour obtenir l'un ou l'autre de ces résultats sont données par les Tableaux contenus dans le rapport de la Commission des substances explosives du 9 décembre 1897.

» La chambre de dépôt sera disposée dans une galerie secondaire perpendiculaire à la galerie d'accès et aura devant elle une galerie symétrique formant cul-de-sac, chacune de ces galeries secondaires présentant une profondeur de 3^{m} à 5^{m}, suivant la charge de dynamite.

» La galerie d'accès débouchera en tranchée devant un merlon dans lequel on aura ménagé une chambre réceptrice capable de recueillir et de fixer les matériaux projetés.

» La chambre de dépôt sera aménagée de façon à préserver la dynamite contre l'humidité, et elle sera munie au besoin d'une cheminée de ventilation établie de manière à ne pas permettre l'introduction d'engins capables d'allumer la dynamite.

» La chambre de dépôt et la galerie d'accès seront fermées par des portes solides munies de serrures de sûreté.

» Les épaisseurs de terre à conserver autour de la chambre de dépôt seront réglées, dans tous les cas, de façon que la ligne de moindre résistance soit verticale et qu'aucune projection latérale ne soit à redouter.

» En outre, dans le cas où les projections superficielles sont à craindre, le terrain situé au-dessus de la chambre de dépôt sera purgé de pierres ou de parties dures, sur une épaisseur de 3^{m} environ à partir du sol. »

« *Dépôts recouverts.* — Les dépôts établis à la surface du sol et

recouverts d'un remblai de terres rapportées seront disposés en tous points de la même manière que les précédents, et notamment en ce qui concerne les épaisseurs de terre à conserver soit au-dessus, soit autour de la chambre de dépôt, ces dernières devant toujours être suffisantes pour s'opposer à toutes projections latérales.

» On ne s'éclairera pour le service des dépôts enterrés et recouverts qu'au moyen de lampes électriques ou de lampes de sûreté avec manchon en verre. »

Il doit être entendu, d'ailleurs, que l'autorisation d'établir un dépôt enterré ou recouvert dans des conditions telles que des projections superficielles soient à craindre comme il a été dit ci-dessus, ne peut être accordée que sous la réserve que le pétitionnaire aura justifié de ses droits sur toute l'étendue de la zone menacée, laquelle devra être interdite au public et clôturée.

Pour la fixation de la quantité de dynamite à emmagasiner dans le dépôt temporaire, vous devrez vous baser aussi exactement que possible sur la consommation moyenne et éviter qu'un approvisionnement trop considérable ne reste trop longtemps sans emploi, le dépôt ne devant, tant qu'il n'est que temporaire, que *faire strictement face aux besoins de l'exploitation*. Cette quantité devra d'ailleurs être notablement inférieure à la quantité prévue pour le dépôt permanent mis à l'enquête.

Je tiens essentiellement à ce que, à l'appui des rapports que vous adresserez aux Préfets, vous libelliez le texte des projets d'arrêtés que ces hauts fonctionnaires auront à prendre pour l'autorisation des dépôts temporaires. D'autre part, chaque fois qu'un dépôt temporaire aura été autorisé, vous voudrez bien m'en rendre compte en indiquant la date de la mise en service.

Les dépôts permanents et temporaires visés par le décret du 23 décembre 1901 étant soumis à votre surveillance, il convient de fixer les règles suivant lesquelles vos visites devront être faites. Il importe tout d'abord de remarquer que les exploitants de mines, bénéficiant d'un régime spécial en ce qui concerne la conservation de la dynamite, doivent se conformer dorénavant très

exactement aux règlements. Le service des Mines devra donc veiller tout particulièrement à l'observation des prescriptions qui résultent soit des règlements, soit du titre d'institution de chaque dépôt. A cet effet, et comme il ne m'est pas possible de fixer au préalable le nombre de visites qu'il y aura lieu de faire annuellement dans chaque dépôt, je désire que vous profitiez des tournées spéciales faites pour l'application des lois réglementant le travail pour surveiller les dépôts existants sur les concessions où vous serez amené à vous transporter. Vous devrez, en même temps, veiller à ce qu'aucun exploitant ne fasse plus dorénavant usage du régime dit *des huit jours*, et, le cas échéant, vous mettrez les contrevenants en demeure de se pourvoir d'une autorisation régulière.

Si l'action du service des Mines doit en l'espèce être surtout persuasive, il convient néanmoins de prévoir le cas où des contraventions caractérisées ou des négligences coupables rendraient des poursuites nécessaires.

Dans ces cas, le service des Mines devra se faire seconder d'un officier de police judiciaire qui pourrait seul constater valablement les contraventions.

Le service des Mines n'a pas, en effet, en cette matière, le droit de dresser procès-verbal, puisque le décret du 23 décembre 1901 n'est un règlement de police, sanctionné par les dispositions du titre X de la loi du 21 avril 1810, que dans ses prescriptions qui touchent à la conservation des explosifs dans les travaux souterrains ou à leur introduction et à leur circulation dans ces travaux.

Enfin, chaque année, dans le cours du mois de janvier, vous devrez me rendre compte, dans un bref rapport, des résultats de votre surveillance pendant l'année précédente. Vous mentionnerez les observations que vous aurez formulées, les infractions constatées ainsi que les poursuites dont auraient été l'objet les détenteurs de dynamite.

Ces rapports seront communiqués au Comité consultatif des arts et manufactures.

Vous trouverez ci-annexé le modèle du Tableau qui formera la partie essentielle de votre rapport annuel.

Je vous adresse, d'ailleurs, par le même courrier, un recueil contenant les lois et règlements relatifs au régime des fabriques et dépôts de dynamite.

Recevez, Monsieur l'Ingénieur en chef, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes :

Georges TROUILLOT.

N° 341.

ÉTABLISSEMENT DES PARATONNERRES sur les bâtiments et magasins à poudres.

Paris, le 20 septembre 1902.

Monsieur le Directeur, d'après l'article XVIII de l'Instruction provisoire du 15 janvier 1902 sur les paratonnerres, on établit en principe un dispositif protecteur de la foudre sur les locaux destinés à renfermer des substances explosives.

Sont exceptés toutefois de cette règle « les locaux renfermant des approvisionnements de faible importance, faciles à remplacer et dont l'explosion ne ferait courir que peu de dangers au voisinage : tels que, ateliers de fabrication, de confection, de manipulation des poudres, explosifs, munitions et artifices ».

Dans cette exception, se trouvent donc compris tous les dépôts et usines des poudreries, lesquels d'ailleurs n'ont été jusqu'ici munis d'aucun paratonnerre proprement dit, et semblent cependant n'avoir jamais souffert de la foudre, sans doute en raison de la protection résultant de la présence de plantations élevées.

Toutefois, à la suite de l'envoi de l'Instruction du 15 janvier 1902, quelques établissements ont pensé qu'il y a lieu de munir de paratonnerres du type de ceux prescrits par les magasins à poudre, certains des dépôts ou ateliers des poudreries, et notamment les bâtiments à charpente métallique, dont l'emploi devient de plus en plus fréquent pour les fabrications nouvelles et surtout pour celle des poudres B.

Je vous informe que l'exception prévue par l'Instruction précitée et rappelée plus haut doit être maintenue pour les dépôts et ateliers à poudres des poudreries.

Lorsque le mode de construction de ces bâtiments comporte des masses métalliques importantes, notamment des toitures métalliques, il y a lieu d'appliquer l'article 13 de l'Instruction en reliant ces masses à la terre. Quand leur charpente même est métallique, il convient d'appliquer l'article 26, c'est-à-dire de relier les pieds de chaque support métallique à un conducteur de terre établi dans les conditions fixées par l'Instruction.

Pour le Ministre et par son ordre :

L'Inspecteur général, Directeur,
BÉRARD.

N° 342.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Lettre commune n° 247, du 13 décembre 1902.)

POUDRES A FEU.

Apposition d'une marque distinctive sur les boîtes de poudres de chasse destinées à l'exportation.

Monsieur le Directeur, par la lettre commune n° 29, du 28 mars 1892, l'Administration a fait connaître que, afin de prévenir dans le voisinage des frontières la contrebande par réimportation, il avait été créé pour les poudres de chasse des boîtes spéciales exclusivement réservées à l'exportation.

Or, par suite de la suppression des anciens récipients parallélépipédiques, dont le stock est aujourd'hui à la veille d'être épuisé, toutes les boîtes de poudres de chasse seront prochainement du même type dit *poire* ou *à goulot*. Les boîtes vendues pour la consommation intérieure ne se distingueront plus de celles livrées aux prix d'exportation que par les indications des étiquettes, qui ont porté jusqu'ici, imprimée en caractères ordinaires, à leur partie

inférieure et selon la destination des poudres, l'une des six mentions suivantes :

Consommation intérieure.
Consommation spéciale (1).
Exportation.
Corse.
Algérie.
Tunisie.

Mais il a été reconnu que ces mentions sont aujourd'hui peu visibles, notamment sur les récipients de petits calibres, et qu'elles peuvent aisément disparaître à la suite d'une légère déchirure du papier. En cas de réimportation, il devient dès lors difficile de reconnaître à première vue les boîtes réintroduites frauduleusement à l'intérieur du territoire.

Dans le but de remédier à cet état de choses et de faciliter la mission des agents de surveillance, il a été décidé, après entente avec le département de la Guerre, que les boîtes de poudres destinées à l'exportation proprement dite seront revêtues, dorénavant, d'un signe distinctif apparent et facilement reconnaissable; à cet effet, les étiquettes porteront, en diagonale, le mot *exportation* imprimé en gros caractères de couleur tranchant sur l'ensemble. D'autre part, pour les produits livrés dans la zone franche de la Haute-Savoie et le pays de Gex, la mention *zone franche,* imprimée de la même manière, sera substituée aux mots *consommation spéciale* dont le sens manque de précision.

Ces mesures devant être mises immédiatement en vigueur, je vous prie de les porter sans retard à la connaissance des agents placés sous vos ordres.

Recevez, Monsieur le Directeur, l'assurance de mes sentiments de considération et d'attachement.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
COURTIN.

(1) Cette désignation s'applique aux poudres vendues dans la zone franche de la Haute-Savoie et le pays de Gex.

N° 343.

DÉCRET DU 10 DÉCEMBRE 1902
fixant le prix des poudres à feu destinées à l'exportation.

(Inséré au *Journal officiel* du 17 décembre 1902.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897;

Vu les traités des 20 novembre 1815 et 24 mars 1860, qui ont placé le pays de Gex et la partie neutralisée de la Haute-Savoie en dehors de la ligne des douanes;

Sur les rapports des Ministres des finances et de la guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu destinées à l'exportation (1) sont fixés ainsi qu'il suit, pour toute commande dont la valeur atteint au moins 100fr :

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX par 100kg.	OBSERVATIONS.
				fr. c.	
Poudres de commerce extérieur			ordinaire..	60,00	Non compris l'emballage.
			forte.....	64,00	Destinées à être exportées à l'état nu.
			type T. G..	62,50	
Poudres de mine noires	ordinaires.....		ronde. ...	68,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches comprimées ou à celui de mèches de sûreté.
			anguleuse.	85,00	
			fin grain ..	103,00	
	fortes.....		ronde.....	72,00	
			anguleuse.	92,00	
			fin grain ..	117,00	
	lentes.....		grenée....	66,00	
			non grenée	60,00	
			fin grain ..	79,00	
	Pulvérin.....			68.00	Non compris l'emballage.
Explosifs de mine	aux nitrates d'ammoniaque ou de soude	type N....	n° 1.....	117,00	Non compris l'encaissage.
			n° 2.....	56,00	
		type C....	n° 1.....	148,00	Destinés à être exportés à l'état de cartouches comprimées.
			n° 1 *bis*...	205,00	
			n° 2.....	110,00	
Acide picrique.....				300,00	Non compris l'emballage.

(1) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises, l'Algérie et la Tunisie exceptées. Toutefois, les prix d'exportation sont applicables aux explosifs de mine, aux nitrates d'ammoniaque ou de soude du type N, ainsi qu'aux poudres de fabrication française livrées sous forme de cartouches expédiées à destination de la Tunisie.

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX par 100kg.	OBSERVATIONS.
				fr c	
Poudres de chasse	noires..	ordinaires.	barils.....	145,00	
			gros. boîtes	190,00	
			pet. boîtes.	240,00	Non compris l'emballage.
		fortes.....	barils.....	170,00	Destinées à être exportées en boîtes, à l'état nu (en barils), ou à l'état de cartouches.
			gros. boîtes	215,00	
			pet. boîtes.	265,00	
		spéciales..	barils.....	190,00	
			gros. boîtes	235,00	
			pet. boîtes.	285,00	
	pyroxylées...	S.....	gros. boîtes	850,00	
			pet. boîtes.	900,00	
		M.....	gros. boîtes	900,00	
			pet. boîtes.	950,00	Non compris l'encaissage.
		R.....	gros. boîtes	910.00	Destinées à être exportées en boîtes ou à l'état de cartouches.
			pet. boîtes.	960,00	
		J.....	gros. boîtes	800,00	
			pet. boîtes.	850,00	
		T.....	gros. boîtes	790,00	
			pet. boîtes.	840,00	
Poudres de guerre	noires	ancien type (1).....		100,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches ou de pièces d'artifice.
		nouveau type (2)	fusil.....	155,00	
			canon.....	135,00	
	brunes prismatiques (2).....			220,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu ou de munitions confectionnées.
	B diverses dites *sans fumée*(3)	Commandes inférieures à 5000kg.....		700,00	
		Commandes de 5000kg à 25000kg exclusivement.....		650,00	
		Commandes de 25000kg à 100000kg exclusivement.....		620,00	
		Commandes de 100000kg et au-dessus		600,00	

(1) Cette désignation s'applique aux anciens types dits *à canon* ou *à mousquet*.

(2) L'exportation de ces poudres pourra être suspendue par un arrêté du Ministre de la guerre.

(3) Les poudres de guerre, dites B. diverses, sont des poudres à grande puissance balistique, destinées aux fusils de petit calibre et aux canons de tous calibres. L'exportation pourra en être suspendue par un arrêté ministériel. Le chiffre qui détermine l'importance de la commande est la quantité de poudre demandée en une seule fois d'une façon ferme. Si une commande comprend plusieurs types différents, le tarif réduit ne sera applicable à la totalité de cette commande qu'autant que la quantité de chacun des types demandés atteindra au moins 20 pour 100 des importances minima indiquées au Tableau ci-dessus; ainsi, sur une commande de 120 000kg, la quantité de chacun des types la composant devrait être de 20 000kg au moins, pour que le prix de 600fr soit applicable à la totalité des 120 000kg.

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par 100kg.	OBSERVATIONS.
			fr c	
Coton-poudre	comprimé (1)	pour torpilles	460,00	Non compris l'encaissage.
		grandes formes	420,00	
		petites formes	640,00	
	en pâte (1)	n° 1	350,00	
	coton azotique.	n° 1	pour dynamite	450,00	
		n° 2		300,00	
		n° 3	pour usage autre que celui de la dynamite.	700,00	
		n° 4		430,00	
Cordeau détonant souple (le mètre courant)				1,25	

(1) L'exportation du coton-poudre de guerre pourra être suspendue par un arrêté du Ministre de la guerre.

ART. 2. — Les types de poudre de guerre dont l'exportation est autorisée sont les suivants :

I. Anciens types : poudres de guerre dites *à canon* et *à mousquet*.

II. Nouveaux types : poudres à canon : 1° noires C_1, C_2, SP_1, SP_2, A 26/34, A 30/40, R prismatiques; 2° brunes prismatiques PB_1, PB_2, PB_3, poudres à fusil F_1, F_2, F_3.

III. Poudres B diverses à canon et à fusil.

IV. Coton-poudre de guerre en charge comprimée ou en pâte.

ART. 3. — Les prix d'exportation fixés pour les poudres de mine, de chasse, de guerre et pour le coton-poudre sont applicables aux explosifs de même espèce vendus par la régie dans le pays de Gex et dans la zone neutralisée de la Haute-Savoie.

ART. 4. — Les prix de vente portés au présent décret seront applicables à partir du 1er janvier 1903.

ART. 5. — Les Ministres des finances et de la guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent

décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois.*

Fait à Paris, le 10 décembre 1902.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre des finances, ROUVIER.

Le Ministre de la guerre, Gal L. ANDRÉ.

N° 344.

DÉCRET DU 10 DÉCEMBRE 1902

fixant les prix des poudres à feu livrées aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

(Inséré au *Journal officiel* du 17 décembre 1902.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897;
Sur les rapports des Ministres des finances et de la guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu que la régie des contributions indirectes livrera, sous le régime de l'exportation, aux gouvernements des colonies françaises et des pays de protectorat, seront fixés ainsi qu'il suit :

ESPÈCES DES POUDRES.			PRIX de vente aux gouvernements des colonies et pays de protectorat par 100kg.
			fr c
Poudres de commerce extérieur		ordinaires	58,50
		fortes	62,50
		type TG	61,00
Poudres de mine noires	ordinaires	ronde	66,00
		anguleuse	83,00
		fin grain	100,00
	fortes	ronde	70,00
		anguleuse	90,00
		fin grain	114,00
	lentes	grenée	65,00
		non grenée	59,00
		fin grain	77,00
	Pulvérin		66,00

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX de vente aux gouvernements des colonies et pays de protectorat par 100kg.
				fr c
Explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude	type N		n° 1	114,00
			n° 2	54,00
	type C		n° 1	145,00
			n° 1 *bis*	202,00
			n° 2	107,00
Acide picrique				290,00
Poudres de chasse	noires	ordinaires	barils	140,00
			grosses boîtes	185,00
			petites boîtes	235,00
		fortes	barils	165,00
			grosses boîtes	210,00
			petites boîtes	260,00
		spéciales	barils	185,00
			grosses boîtes	230,00
			petites boîtes	280,00
	pyroxylées	S	grosses boîtes	830,00
			petites boîtes	880,00
		M	grosses boîtes	880.00
			petites boîtes	930,00
		R	grosses boîtes	890,00
			petites boîtes	940,00
		J	grosses boîtes	780,00
			petites boîtes	830,00
		T	grosses boîtes	770.00
			petites boîtes	820,00
Poudres de guerre	noires	ancien type		95,00
		nouveau type	fusil	150,00
			canon	130,00
	brunes prismatiques			210,00
	B diverses dites *sans fumée* (1).		Commandes inférieures à 5000kg.	650,00
			Commandes de 5000kg à 25000kg exclusivement	620,00
			Commandes de 25000kg à 100000kg exclusivement	590,00
			Commandes de 100000kg et au-dessus	570,00

(1) Le chiffre qui détermine l'importance de la commande est la quantité de poudre demandée en une seule fois, d'une façon ferme. Si une commande comprend plusieurs types différents, le tarif réduit ne sera applicable à la totalité de cette commande qu'autant que chacun des types demandés atteindra au moins 20 pour 100 des importances minima indiquées au Tableau ci-dessus : ainsi sur une commande de 120 000kg, la quantité de chacun des types la composant devrait être de 20 000kg au moins pour que le prix des 570fr soit applicable à la totalité des 120 000kg.

ESPÈCES DES POUDRES.			PRIX de vente aux gouvernements des colonies et pays de protectorat par 100kg.
			fr c
Coton-poudre.....	comprimé.....	pour torpilles.....	445,00
		grandes formes	405,00
		petites formes.....	620,00
	en pâte, n° 1.....		340,00
	azotique.....	n° 1 pour dynamite..	445,00
		n° 2 pour dynamite..	295,00
		n° 3 pour usage autre que celui de la dynamite.....	680,00
		n° 4 pour usage autre que celui de la dynamite.....	420,00
Cordeau détonant souple (le mètre courant).....			1,20

ART. 2. — Les prix de vente portés au présent décret seront applicables à partir du 1er janvier 1903.

ART. 3. — Les Ministres des finances et de la guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 10 décembre 1902.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre des finances, ROUVIER.

Le Ministre de la guerre, Gal L. ANDRÉ.

ANNEXE AUX DOCUMENTS Nos 343 ET 344.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 511, du 19 décembre 1902.)

POUDRES A FEU.

Exportation et livraison aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

Tarifs pour 1903. — Nouvelles conditions de vente des poudres de guerre B dites « sans fumée ».

Mise en vente d'un nouveau type de poudre de commerce extérieur. — Décrets du 10 décembre 1902.

En exécution des dispositions de l'article 13 de la loi de finances du

29 mars 1897, deux décrets, en date du 10 de ce mois, dont le texte est reproduit ci-dessus, ont fixé, d'une part, les prix de vente des poudres à feu destinées à l'exportation générale et, d'autre part, les prix de vente des poudres à feu que la Régie est autorisée à livrer aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

Ces prix sont applicables à partir du 1er janvier prochain.

Parmi les modifications qui ont été apportées aux tarifs de 1902, je signale spécialement celles relatives aux poudres de guerre BN et BM, dites *sans fumée*. La livraison de ces explosifs, pour lesquels a été adoptée la désignation plus générale de *poudres* B *diverses*, s'effectuera à l'avenir d'après un tarif décroissant suivant l'importance des commandes. Les conditions d'application de ce tarif sont d'ailleurs expliquées, en renvoi, dans chacun des Tableaux insérés aux décrets. Enfin, il a été mis en vente une nouvelle espèce de poudre de commerce extérieur dénommée *type* T.G. et différant sensiblement, comme grosseur de grain, de la poudre de commerce extérieur ordinaire.

Pour les indications générales relatives à l'exportation des poudres à feu, le service continuera à se reporter aux instructions contenues dans la Circulaire n° 432, du 6 juin 1886, et aux conditions rappelées dans la Notice spéciale, en tenant compte, bien entendu, des modifications apportées à cette Notice par les Circulaires nos 425, du 31 décembre 1900, et 471, du 27 décembre 1901, ainsi que de celles résultant des nouveaux décrets.

Les prix fixés pour l'exportation générale continuent d'être applicables aux poudres à feu livrées à l'intérieur pour des essais ou pour l'épreuve des armes.

Les prix spéciaux admis en faveur des gouvernements des colonies et pays de protectorat seront, comme par le passé, appliqués, selon l'espèce, aux cessions de poudres *neuves* faites aux communes. Les poudres *de démolition* livrées à la même destination seront toujours décomptées au prix de 0fr,75 le kilogramme, conformément aux dispositions de la Circulaire n° 188, du 2 décembre 1896.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
COURTIN.

BELGIQUE.

N° 345.

ARRÊTÉ MINISTÉRIEL DU 27 OCTOBRE 1903 relatif au classement des explosifs reconnus officiellement.

Cet arrêté apporte les modifications suivantes à l'arrêté du 30 avril 1899, inséré dans le *Mémorial des Poudres et Salpêtres*, Tome XI, p. *9 :

PREMIÈRE CLASSE.

Poudres.

Additions :

Poudre de chasse sans fumée dite Ambérite n° 2 de la *Société Curtis's and Harvey L^d^*, à Londres;

Poudre de chasse sans fumée dite Cannonite n° 2 de la même Société;

Poudre de chasse sans fumée dite Lanite, de la *Société anonyme de dynamite Nobel*, à Turin;

Poudre de chasse sans fumée dite Cordite de la Société *Chilworth Cy*, à Chilworth (Surrey, Angleterre);

Poudre de chasse sans fumée dite Sporting ballistite, de la Société *Nobel's Explosives Cy L^d^*, à Glasgow;

Poudre de chasse sans fumée dite Empire Powder, de la même Société;

Poudre sans fumée dénommée Papier-poudre, de la *Société anonyme Cooppal et C^ie^*, à Wetteren.

Suppressions :

Pudrolithe, de M. Ghinijonet, à Ougrée;

Pyronitrine de la Société *la Pyronitrine;*

Poudre GB, de M. Georges Bonjour, à Monceau-Imbrechies.

Modifications :

Au 31° : Les cartouches pour canons, débarrassées de leur capsule et de leur fusée, ces deux artifices étant remplacés par des bouchons filetés fermant hermétiquement.

N.-B. — Il est entendu que les poudres ou explosifs quelconques, chargés dans les projectiles et dans les cartouches pour armes à feu portatives ou pour canons, doivent avoir été reconnus officiellement.

DEUXIÈME CLASSE.

A. — *Dynamites.*

Additions :

Gélatines-dynamites n^{os} 1 et 2; gélignite, gélatine-dynamite pour l'Australie; gomme pure et phénix n° 1 de la Société *Sprengstoffwerke*, D^{r} R. Nahnsen et C^{ie}, à Hambourg.

B. — *Nitrocelluloses.*

Néant.

C. — *Explosifs divers.*

Additions ou modifications :

Explosifs chloratés Street ou cheddites, types 41, 60 *bis*, 91 et 120 de la *Société des produits chimiques et d'explosifs Bergès, Corbin et C^{ie}*, à Chedde (France);

Prométhée, de M. Louis Larrue, ingénieur civil, à Paris.

TROISIÈME CLASSE.

Explosifs difficilement inflammables.

Additions :

Baelenite de la *Compagnie La Forcite*, à Baelen-sur-Nèthe;

Densites n° 1, D et E, de M. Émile Ghinijonet, ingénieur civil, à Ougrée;

Macarite, du même;

Yonckites n^{os} 0, 1, 2 et 3, de M^{me} Yonck, à Jambes;

Perforites n^{os} I, II, III, IV, de M. le chevalier Von Dahmen, fabriquées à la poudrerie de Minden (Hollande);

Wallonites n^{os} 1 et 2, de M. Victor Ansay, à Forêt-Trooz;

Détonite, nouvel explosif d'Ombret, de la *Société J.-P. Gérard et C^{ie}*, à Liège.

Suppressions :

Tritorites n^{os} 1 et 2, de M. Ghinijonet, à Ougrée.

QUATRIÈME CLASSE.

Détonateurs.

Modifications :

1° Détonateurs proprement dits (capsules à dynamite) à base de fulminate de mercure, quelle qu'en soit la provenance;

2° Pétards pour signaux de chemins de fer, autres que ceux classés parmi les munitions de sûreté;

3° Amorces électriques avec détonateur, fabriquées par :

a. La Société *Nobel's Explosives C° L^d^,* à Glasgow;

b. M. Chinjionet, ingénieur, à Ougrée;

c. La Société *The Electric Blasting Apparatus C°,* à Cinderford (Angleterre) (amorces à haute et basse tension);

d. La Société *The Patent Electric shot Firing C°,* à Chesterfield;

e. La Société *Fabrik Electrischer Zünder,* à Cologne;

f. M. R. Linke, à Spandau (à haute et basse tension);

g. La *Société française des munitions,* à Paris (amorces de tension et amorces de quantité);

h. La *Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques,* à Paris (amorces à basse tension).

CINQUIÈME CLASSE.

Artifices.

Suppression:

Mèches de sûreté non amorcées, pour mineurs.

SIXIÈME CLASSE.

Munitions de sûreté.

Additions :

Mèches de sûreté non amorcées, pour mineurs;

Pétards de chemins de fer des types Kynoch, Jenkins, Ludlow, chargés en poudre noire, présentés par l'Administration des chemins de fer de l'État belge.

FRANCE[1].

N° 346.

CIRCULAIRE DU 11 JANVIER 1903,

relative au décompte des services pour l'établissement des listes d'ancienneté.

L'attention du Ministre a été appelée sur la façon dont doit être déterminée l'ancienneté en vue du licenciement par suite du manque de travail. Il ressort de la circulaire n° 3, du 15 février 1902, que cette ancienneté est la même que celle qui sert pour le commissionnement.

Quant à la façon dont l'ancienneté est calculée pour les ouvriers qui ont été exemptés du service militaire, elle est réglée par le décret du 10 décembre 1899 et la circulaire n° 32, du 29 mai 1900, relative à l'application de ce décret.

Gal ANDRÉ.

N° 347.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 514, du 4 février 1903.)

POUDRES A FEU.

Fabriques d'artifices — Mise en vente d'un nouveau type de pulvérin.

Par la lettre commune n° 134, du 12 octobre 1896, l'Administration a fait connaître que, à la suite d'essais effectués par le Ministère de la Guerre en vue de la création d'un second type de pulvérin à l'usage des artificiers

(1) Voir 1 *3, 2 *3, 3 *3, 4 *3, 5 *3, 6 *3, 7 *3, 8 *3, 9 *3, 10 *3 11 *14 et 12 *1, les nos 1 à 345.

patentés, la nécessité de la mise en vente de cette nouvelle poudre n'avait pas été reconnue. Il avait paru démontré à cette époque que le pulvérin actuel, convenablement surdosé par voie de mélanges au tamis, pouvait se prêter sans difficultés à toutes les exigences de l'industrie des artificiers. Dès lors, dans la pensée du Service technique des Poudres et Salpêtres, la tolérance admise par la circulaire n° 59, du 3 juin 1893, pour la préparation, en cas de besoins spéciaux auxquels le pulvérin de l'État ne serait pas approprié, de mélanges de salpêtre, soufre et charbon, à la condition que ces mélanges fussent faits exclusivement au tamis, devait disparaître.

Or, il a été constaté que, dans certains cas, notamment pour le chargement mécanique des fusées, quelques artificiers, prétextant que le pulvérin de l'État ne leur donnait pas satisfaction, substituaient parfois à cet explosif une composition fabriquée de toutes pièces dans leurs ateliers.

Afin de mettre un terme à ces pratiques préjudiciables aux intérêts du monopole et d'assurer en même temps aux artificiers les facilités nécessaires à l'exercice de leur industrie, le Ministère de la Guerre, après une nouvelle série d'expériences, vient de créer un second type de pulvérin susceptible d'être utilisé dans les compositions fusantes pour lesquelles les industriels déclarent ne pouvoir se servir du pulvérin mis actuellement à leur disposition.

Le nouvel explosif, dénommé *pulvérin* n° 2, ne diffère du type actuel, qui sera dorénavant désigné sous le n° 1, que par un mélange moins intime des composants, dont la nature et les proportions ne sont pas modifiées. Il sera vendu au même prix, c'est-à-dire à raison de 0^{fr},90 le kilogramme, et dans les mêmes conditions d'emballage.

Les poudreries nationales sont, dès à présent, en mesure de livrer le pulvérin n° 2. Les entreposeurs pourront donc adresser immédiatement la demande des quantités qu'ils jugeront nécessaires aux besoins de leur circonscription.

Comme conséquence de cette mesure, il a été décidé, sur la proposition du Service technique des Poudres et Salpêtres, que la préparation des mélanges de salpêtre, soufre et charbon qui, jusqu'à présent, avait été tolérée en vertu de la circulaire n° 59, du 3 juin 1893, précitée, sera dorénavant interdite. Seule la faculté de surdoser le pulvérin de l'État par addition et mélange, au tamis, d'un ou de deux composants (salpêtre, soufre, charbon) est maintenue.

Toutefois, en raison des tâtonnements que pourra nécessiter, au début, la mise en œuvre du pulvérin n° 2, un délai d'une année entière est accordé aux artificiers pour régulariser leurs opérations. A l'expiration de cette période transitoire, les infractions aux règles du monopole devront être réprimées.

J'invite les Directeurs à porter sans retard les dispositions qui précèdent à la connaissance des intéressés.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
Signé : COURTIN.

N° 348.

CIRCULAIRE DU 23 FÉVRIER 1908

relative à l'examen et à la destruction d'engins explosifs remis en dépôt aux services locaux de l'artillerie ou aux établissements des poudres et salpêtres, par l'autorité judiciaire.

Aux termes des instructions en vigueur, les officiers d'artillerie et les Ingénieurs des Poudres et Salpêtres doivent, lorsqu'ils en sont requis, prêter leur concours à l'autorité judiciaire pour l'examen et la destruction des engins explosifs qui paraissent avoir été préparés dans un but attentatoire à la sécurité privée ou publique.

D'après une circulaire en date du 10 mai 1894 et une note en date du même jour, les officiers d'Artillerie doivent, d'ailleurs, se borner à assurer la *destruction* de ces engins; l'*examen* desdits engins a été réservé, jusqu'à présent, aux Ingénieurs des Poudres et Salpêtres.

Aucune instruction n'a encore déterminé les dispositions à prendre, dans le cas où des artifices ou engins explosifs seraient *remis en dépôt* aux services locaux de l'Artillerie ou aux établissements des Poudres et Salpêtres, par l'autorité judiciaire, pour être utilisés comme pièces à conviction.

Lorsque les services locaux de l'Artillerie ou les établissements des Poudres et Salpêtres seront requis soit par l'autorité judiciaire, soit par un commissaire de police, de recevoir et de *conserver en dépôt* des artifices ou engins explosifs, ils devront déférer aux demandes qui leur seront adressées.

Si, à la suite d'un examen sommaire, ils sont amenés à constater que les objets qui leur ont été remis ne peuvent être conservés sans danger, ils seront autorisés à les faire détruire après en avoir donné avis à l'autorité de laquelle émane la réquisition.

La destruction sera opérée en présence de l'autorité militaire et de l'autorité de laquelle émane la réquisition ou d'un de ses délégués. Elle donnera lieu à l'établissement d'un procès-verbal.

Ce procès-verbal sera établi en double expédition. L'une des expéditions sera remise, suivant le cas, à l'autorité judiciaire ou au commissaire de police; l'autre sera adressée au Ministère de la Guerre (3e Direction, 2e Bureau, ou 6e Direction, Bureau unique, suivant le cas).

Dans le cas où des doutes s'élèveraient sur la nature des objets remis en dépôt ou sur les dangers que peut présenter leur conservation, les établissements dépositaires provoqueront auprès de l'autorité judiciaire une expertise, laquelle sera faite suivant les circonstances par un représentant du Service des Poudres et Salpêtres, par un laboratoire municipal, par un chimiste ou par un pharmacien.

Les frais d'expertise seront supportés par l'Administration de la justice.

Les officiers d'Artillerie n'auront d'ailleurs, en aucun cas, à opérer un examen détaillé ou un démontage quelconque de ces artifices ou engins.

N° 349.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

CIRCULAIRE DU 6 MARS 1903

relative aux demandes en autorisation de dépôts de dynamite.

J'ai l'honneur de vous informer que toute demande en autorisation de fabrique ou de dépôt de dynamite doit être accompagnée, dès sa transmission au Ministère du Commerce, de deux séries complètes des plans et dessins à l'appui dont une au moins devra être établie sur toile. Ces deux séries sont destinées, l'une à rester annexée au décret déposé aux archives, l'autre à rester dans les dossiers du bureau auquel ressortit la surveillance des dépôts de dynamite.

Après avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures, et avant la signature du décret d'autorisation, cinq expéditions conformes aux plans rectifiés au cours de l'enquête devront être

adressées au Ministère du Commerce. Elles sont destinées aux Ministères de l'Intérieur, de la Guerre, des Finances, au Préfet du département où doit être construit le dépôt ou la fabrique et au Service local de la Surveillance qui sera presque toujours maintenant le Service des Mines. L'expédition destinée au Service local de la Surveillance devra être établie sur toile comme le plan original destiné à rester annexé au décret.

Pour les dépôts souterrains établis dans les travaux souterrains des mines, minières et carrières, ou en communication avec ces travaux, une sixième expédition devra être fournie au Ministère du Commerce. Elle est destinée au Ministère des Travaux publics.

Chaque série devra contenir :

1° Un plan topographique de la région avoisinante, à l'échelle de $\frac{1}{5000}$, dans le rayon de 2^{km} autour de l'établissement projeté, avec indication du relief du terrain, des bois, marais, cours d'eau, routes, chemins, habitations, ainsi que des dépôts, ouvrages et bâtiments en projet;

2° Un plan d'ensemble de l'installation projetée, à l'échelle de $\frac{1}{100}$ au moins, donnant la position des bâtiments, ateliers, chambres de dépôt, galeries d'accès, levées en terre, murs, plantations et autres moyens de défense et de protection;

3° Le détail des distributions intérieures de chaque local et le détail des principaux ouvrages de défense (plans et coupes) à l'échelle de $\frac{1}{50}$ au moins;

4° Dans le cas de dynamitières souterraines ou enterrées : *a.* coupe des terrains encaissants ou superposés, avec indication de leur nature, et, éventuellement, des niveaux inférieur et supérieur de la nappe d'eau, à l'échelle de $\frac{1}{100}$ au moins; *b.* plan et coupes faisant connaître éventuellement la position du dépôt par rapport aux exploitations souterraines du voisinage et de la nature des terrains interposés. L'échelle en sera variable et son minimum laissé à l'appréciation du Service des Mines.

Je vous prie de bien veiller à ce que les dossiers m'arrivent en conformité de ces instructions dont j'envoie ampliation à MM. les Ingénieurs des Mines chargés de la surveillance des dépôts. Je vous laisse le soin de les porter à la connaissance des Ingénieurs des Ponts et Chaussées ou des Poudres et Salpêtres qui seraient

éventuellement chargés, dans votre département, de la surveillance d'un ou de plusieurs dépôts ou fabriques.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,
G. TROUILLOT.

N° 350.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

DIRECTION

des Routes, de la Navigation et des Mines. — Division des Mines.

Paris, le 12 mars 1903.

LE MINISTRE A M. LE PRÉFET DU DÉPARTEMENT D

Par une circulaire en date du 19 août 1895, l'un de mes prédécesseurs vous a adressé le texte de deux instructions relatives aux secours à donner aux personnes foudroyées par suite d'un contact accidentel avec des conducteurs électriques à courant continu et à courants alternatifs ou redressés. Ladite circulaire accompagnée de ces instructions a été également envoyée aux Ingénieurs des Ponts et Chaussées à qui incombe le contrôle des canalisations électriques établies sur les voies publiques.

Depuis cette époque l'emploi de l'électricité s'est développé assez notablement dans les exploitations minières et y a déjà donné lieu à plusieurs accidents mortels.

Le Conseil Général des Mines, saisi de l'examen du dossier de l'un de ces accidents, a émis l'avis qu'il y aurait intérêt à ce que les dispositions de la circulaire du 19 août 1893 et de ses annexes fussent portées à la connaissance des Services locaux des Mines ainsi que des exploitants.

Conformément à cet avis j'adresse, par le courrier de ce jour, aux Ingénieurs des Mines, en même temps que la présente circulaire, un exemplaire de celle du 19 août 1895. Vous voudrez bien, de votre côté, après avoir demandé les indications nécessaires à l'Ingénieur en chef des Mines, me dire le nombre d'exemplaires dont vous auriez besoin pour en remettre un à chacun des exploi-

tants de mines dans les travaux desquelles des installations électriques existent déjà ou doivent être installées prochainement. Ces exemplaires vous seront envoyés immédiatement.

E. MARUÉJOULS.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

DIRECTION

des Routes, de la Navigation et des Mines. Division des routes et ponts.

Paris, le 19 août 1895.

MONSIEUR LE PRÉFET,

Les Ingénieurs et Agents des Ponts et Chaussées, chargés, au point de vue de la liberté et de la sécurité de la circulation, du contrôle des canalisations électriques établies sur la grande voirie, peuvent être témoins d'accidents de personnes dont les conséquences mortelles seraient conjurées, dans certains cas, par des secours appropriés donnés immédiatement.

J'ai demandé à l'Académie de Médecine de vouloir bien rédiger une instruction sur les soins à donner aux personnes foudroyées par suite d'un contact avec des conducteurs électriques; la Commission des distributions d'électricité instituée auprès de mon Département a, de son côté, étudié la question en ce qui concerne les mesures d'ordre technique à prendre en cas d'accident.

Les secours médicaux sont les mêmes dans tous les cas de foudroiement; mais les mesures de préservation à prendre à l'égard soit de la personne foudroyée, soit des sauveteurs, sont différentes suivant que la victime a été atteinte par un courant continu ou par un courant alternatif ou redressé.

Deux instructions ont été rédigées, visant ces deux cas, et j'ai l'honneur de vous les adresser ci-joint.

Lorsque tout contact a cessé entre la victime et les conducteurs électriques, on doit appliquer sans aucun retard le traitement prescrit par l'Académie de Médecine alors même que la victime offrirait les apparences de la mort.

Dans le cas où la victime serait en contact avec un ou plusieurs conducteurs électriques, il est de la plus haute importance de

n'opérer qu'avec circonspection et en suivant rigoureusement les indications contenues à l'article 3 de chacune des instructions, sous peine d'aggraver la situation de la personne foudroyée ou d'exposer le sauveteur aux plus redoutables accidents.

La coupure des conducteurs électriques est absolument interdite dans le cas des courants continus, en raison des dangers qu'offrirait pour la victime l'extra-courant de rupture. Il n'en est pas de même avec les courants alternatifs ou redressés. La coupure peut alors être faite impunément; mais, pour être certain de son efficacité, quelle que soit la position de la victime relativement aux appareils engagés dans le circuit, il sera nécessaire de faire toujours deux coupures en deux points situés de part et d'autre de la victime.

Quand la canalisation comportera l'emploi de poteaux placés sur la voie publique, un certain nombre de ces poteaux devront porter une affiche contenant les instructions qui correspondent à la nature du courant employé. Ces affiches devront d'ailleurs être multipliées autant que possible, même en dehors des poteaux. Les permissionnaires sont chargés de les placer, de les conserver et, au besoin, de les remplacer, de façon qu'en cas d'accident l'indication des mesures à prendre se trouve à portée des personnes présentes et que les premiers secours puissent être donnés avec méthode et rapidité.

Au cas où les poteaux porteraient à la fois deux systèmes de conducteurs, l'un pour le courant continu, l'autre pour le courant alternatif ou redressé, il y aurait lieu d'examiner les conditions de voltage pour chaque courant et de position relative des conducteurs ainsi que les chances d'accident, et de déterminer, de cette façon, pour quelle sorte de courant il y a lieu de placer les instructions. Au besoin, en cas d'incertitude, il y aurait lieu de m'en référer.

Les instructions sur les secours à donner aux foudroyés sont spécialement destinées aux Ingénieurs et Agents des Ponts et Chaussées chargés du contrôle des canalisations électriques sur la grande voirie; mais si vous jugiez à propos, Monsieur le Préfet, d'en étendre la publicité et de les mettre à la disposition des autorités municipales, des directeurs de stations électriques, des médecins et pharmaciens des localités traversées par des canali-

sations électriques, etc., je vous transmettrais le nombre d'exemplaires qui vous serait nécessaire.

J'adresse ampliation de la présente circulaire et des instructions annexées à M. l'Ingénieur en chef et aux Ingénieurs ordinaires de votre département.

Recevez, Monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Ministre des Travaux publics,
DUPUY-DUTEMPS.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

Circulaire du 19 août 1895.

ANNEXE N° 1.

Secours à donner aux personnes foudroyées par suite d'un contact accidentel avec des conducteurs électriques à courant continu.

ARTICLE PREMIER. — Toute personne foudroyée par suite d'un contact accidentel avec des conducteurs électriques devra toujours, *même dans le cas où elle présente les apparences de la mort,* recevoir avec la plus grande rapidité les soins indiqués ci-après.

PREMIER CAS. — *Tout contact a cessé entre le corps de la victime et les conducteurs électriques.*

ART. 2. — On appliquera immédiatement le traitement suivant :

INSTRUCTION SUR LES PREMIERS SOINS A DONNER AUX FOUDROYÉS, VICTIMES DES ACCIDENTS ÉLECTRIQUES, RÉDIGÉE PAR L'ACADÉMIE DE MÉDECINE.

On transportera d'abord la victime dans un local aéré où l'on ne conservera qu'un petit nombre d'aides, trois ou quatre, toutes les autres personnes étant écartées.

On desserrera les vêtements et l'on s'efforcera, *le plus rapidement possible,* de rétablir la respiration et la circulation.

Pour rétablir la respiration, on peut avoir recours principalement aux deux moyens suivants : la traction rythmée de la langue et la respiration artificielle.

1° *Méthode de la traction rythmée de la langue.*

Ouvrir la bouche de la victime, et, si les dents sont serrées, les écarter

en forçant avec les doigts ou avec un corps résistant quelconque : morceau de bois, manche de couteau, dos de cuiller ou de fourchette, extrémité d'une canne, etc.

Saisir solidement la partie antérieure de la langue entre le pouce et l'index de la main droite, nus ou revêtus d'un linge quelconque, d'un mouchoir de poche par exemple (pour empêcher le glissement), et exercer sur elle de fortes tractions répétées, successives, cadencées ou rythmées, suivies de relâchement, en imitant les mouvements rythmés de la respiration elle-même au nombre d'au moins vingt par minute.

Les tractions linguales doivent être pratiquées sans retard et avec persistance durant une demi-heure, une heure et plus.

2° *Méthode de la respiration artificielle.*

Coucher la victime sur le dos, les épaules légèrement soulevées, la bouche ouverte, la langue bien dégagée.

Saisir les bras à la hauteur des coudes, les appuyer assez fortement sur les parois de la poitrine, puis les écarter et les porter au-dessus de la tête en décrivant un arc de cercle; les ramener ensuite à leur position primitive en pressant sur les parois de la poitrine.

Répéter ces mouvements environ vingt fois par minute en continuant jusqu'au rétablissement de la respiration naturelle.

Il conviendra de commencer toujours par la méthode de la traction de la langue en y appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle.

D'autre part, il conviendra, concurremment, de chercher à ramener la circulation en frictionnant la surface du corps, en flagellant le tronc avec les mains ou avec des serviettes mouillées, en jetant de temps en temps de l'eau froide sur la figure, en faisant respirer de l'ammoniaque ou du vinaigre.

MESURES D'ORDRE TECHNIQUE.

DEUXIÈME CAS. — *La victime est encore en contact avec des conducteurs électriques.*

ART. 3. — Avant d'appliquer le traitement indiqué par l'Académie de Médecine, le sauveteur doit chercher à séparer le plus rapidement possible la victime des fils électriques en évitant d'une manière absolue de toucher soit les fils, soit la victime *avec les mains nues.*

L'accident peut se produire avec l'une des circonstances suivantes :

A. *Un fil est tombé sur le sol et touche la victime.*

B. *La victime est suspendue.*

Selon l'une ou l'autre de ces circonstances, on opérera comme il est dit ci-après :

A. — Un fil est tombé sur le sol et touche la victime.

Écartement des fils. — Si le sauveteur peut, sans toucher la victime, écarter le fil à l'aide d'un bâton, d'une canne ou d'un outil quelconque *muni d'un manche en bois* (*a*), il le fera en ayant soin :

1° De ne toucher le fil qu'avec le bâton, la canne ou l'outil *muni d'un manche en bois* (*a*).

2° De faire en sorte que le fil, dans cette manœuvre, ne vienne pas toucher le visage ou d'autres parties nues du corps de la victime.

Si le sauveteur ne dispose pas immédiatement d'un bâton, d'une canne ou d'un outil muni d'un manche en bois (*a*), il devra, avant tout, commencer par se recouvrir les deux mains (*b*) soit de gants épais (*c*) soit d'étoffes sèches (*d*) d'une épaisseur suffisante (*b-d*). Cela fait, il écartera le fil.

Si, pour écarter le fil, il est nécessaire de toucher la victime, le sauveteur devra également, avant de rien faire, commencer par se recouvrir les deux mains comme il est dit au paragraphe précédent.

Pendant cette opération il devra :

1° Avoir soin que le fil ne revienne pas toucher le visage ou d'autres parties nues du corps de la victime;

2° Toucher, autant que possible, la victime par des parties qui ne soient pas humides ou en état de moiteur, telles que les aisselles, les pieds, etc.

(*a*) Le bois est conseillé parce qu'il est mauvais conducteur de l'électricité et intervient comme corps isolant. Si le manche en bois renferme une tige centrale métallique, il est nécessaire que cette tige soit complètement enveloppée de bois et n'*apparaisse sur aucun point*.

(*b*) Souvent il suffira de retirer sa veste, son paletot, etc., de les mettre sens devant derrière, les mains restant à l'intérieur des manches qui devront être tamponnées pour former une forte épaisseur entre la peau et le contact à faire. Si l'on a une blouse, on se l'enroulera autour de la main droite, et autour de la main gauche on enroulera un mouchoir, un gilet, etc.

(*c*) Gants en laine compacte, de préférence genre dit *moufles,* au besoin plusieurs paires de gants.

(*d*) *Renseignements sur la valeur isolante des étoffes et des vêtements* :

Étoffes. Les étoffes à employer doivent être bien sèches; les plus convenables sont celles en laine; la flanelle et les couvertures en laine sont particulièrement convenables.

Les étoffes en fil et en coton sont moins convenables, surtout en raison de leur faible épaisseur; avec une épaisseur de 5^{mm} on a toute garantie, même avec les étoffes les moins convenables.

Vêtements. Par analogie avec ce qui vient d'être dit, il faut prendre les draps en laine compacte de préférence, et, dans le cas de blouses en coton ou en toile, s'arranger pour avoir largement l'épaisseur minimum indiquée.

Après avoir délivré la victime, on s'empressera de débarrasser des fils la voie publique afin d'éviter de nouveaux accidents.

Déplacement de la victime. — S'il est plus facile de déplacer la victime que d'écarter le fil, on le fera en opérant avec les précautions qui viennent d'être indiquées tant pour le sauveteur [se recouvrir les deux mains (*d*), ne pas prendre la victime par des parties humides] que pour la victime (éviter le contact du fil avec le visage, etc.).

Si la victime a les doigts crispés sur le fil, le sauveteur ouvrira de force la ou les mains de la victime en écartant les doigts les uns après les autres et en opérant avec les mêmes précautions que ci-dessus.

B. — La victime est suspendue.

Prévoir sa chute et prendre à cet effet les précautions convenables.

A l'aide d'une échelle ou de tout autre moyen, on tâchera de s'élever jusqu'à la victime et de la délivrer en prenant, pour la toucher ou pour toucher les fils, les précautions indiquées ci-dessus.

Cette opération est surtout urgente et doit être tentée par les moyens les plus rapides *si la victime est en contact avec deux fils différents.*

Si elle est suspendue à un seul fil, le danger immédiat qu'elle court est moindre et l'on a un peu plus de temps, ce qui permet d'opérer d'une façon plus sûre.

Quand on aura atteint la victime, on la suspendra par des cordes ou on l'accrochera par ses vêtements, et on la descendra en évitant qu'elle soit mise de nouveau en contact avec les fils.

Si l'on ne peut éviter la chute, on prendra les précautions nécessaires pour l'amortir et la rendre aussi inoffensive que possible au moyen de matelas, de bottes de paille, etc., étendus sur le sol.

Si l'on ne peut atteindre la victime et la dégager, *prévenir l'usine le plus vite possible.*

AVIS IMPORTANTS.

Art. 4. — Dans aucun cas, le sauveteur ne doit toucher un fil sans s'être recouvert les deux mains comme il est expliqué à l'article 3.

Si des rails sont placés sur le sol, il doit éviter de les toucher même avec ses chaussures.

Alors même que les deux mains sont recouvertes, conformément aux prescriptions, le sauveteur *ne doit, en aucun cas, toucher simultanément deux fils différents et il s'abstiendra de toute manœuvre qui mettrait la victime en contact avec deux fils différents.*

Les personnes étrangères au service, à moins d'être très exercées au

maniement des fils et appareils électriques et d'en connaître parfaitement toutes les causes de danger, ne doivent en aucun cas :

1° *Couper un ou plusieurs conducteurs électriques;*
2° *Chercher à établir un court-circuit.*

Ces opérations ne peuvent être faites utilement et sans danger que par les personnes compétentes.

En se conformant exactement aux précautions indiquées ci-dessus, le sauveteur ne court aucun risque, quand bien même il ressentirait accidentellement quelques secousses.

ANNEXE N° 2.

Secours à donner aux personnes foudroyées par suite d'un contact accidentel avec des conducteurs électriques à courants alternatifs ou redressés.

ARTICLE PREMIER. — Toute personne foudroyée par suite d'un contact accidentel avec des conducteurs électriques devra toujours, *même dans le cas où elle présenterait les apparences de la mort,* recevoir avec la plus grande rapidité les soins indiqués ci-après :

PREMIER CAS. — *Tout contact a cessé entre le corps de la victime et les conducteurs électriques.*

ART. 2. — On appliquera immédiatement le traitement suivant :

INSTRUCTION SUR LES PREMIERS SOINS A DONNER AUX FOUDROYÉS, VICTIMES DES ACCIDENTS ÉLECTRIQUES, RÉDIGÉE PAR L'ACADÉMIE DE MÉDECINE.

On transportera d'abord la victime dans un local aéré où l'on ne conservera qu'un petit nombre d'aides, trois ou quatre, toutes les autres personnes étant écartées.

On desserrera les vêtements et l'on s'efforcera, *le plus rapidement possible,* de rétablir la respiration et la circulation.

Pour rétablir la respiration, on peut avoir recours principalement aux deux moyens suivants : la traction rythmée de la langue et la respiration artificielle.

1° *Méthode de la traction rythmée de la langue.*

Ouvrir la bouche de la victime et, si les dents sont serrées, les écarter en forçant avec les doigts ou avec un corps résistant quelconque : morceau de bois, manche de couteau, dos de cuiller ou de fourchette, extrémité d'une canne, etc.

Saisir solidement la partie antérieure de la langue entre le pouce et

l'index de la main droite, nus ou revêtus d'un linge quelconque, d'un mouchoir de poche par exemple (pour empêcher le glissement), et exercer sur elle de fortes tractions répétées, successives, cadencées ou rythmées, suivies de relâchements, en imitant les mouvements rythmés de la respiration elle-même au nombre d'au moins vingt par minute.

Les tractions linguales doivent être appliquées sans retard et avec persistance durant une demi-heure, une heure et plus.

2° *Méthode de la respiration artificielle.*

Coucher la victime sur le dos, les épaules légèrement soulevées, la bouche ouverte, la langue bien dégagée.

Saisir les bras à la hauteur des coudes, les appuyer assez fortement sur les parois de la poitrine, puis les écarter et les porter au-dessus de la tête en décrivant un arc de cercle, les ramener ensuite à leur position primitive en pressant sur les parois de la poitrine.

Répéter ces mouvements environ vingt fois par minute en continuant jusqu'au rétablissement de la respiration naturelle.

Il conviendra de commencer toujours par la méthode de la traction de la langue en appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle.

D'autre part il conviendra, concurremment, de chercher à ramener la circulation en frictionnant la surface du corps, en flagellant le tronc avec les mains ou avec des serviettes mouillées, en jetant de temps en temps de l'eau froide sur la figure, en faisant respirer de l'ammoniaque ou du vinaigre.

MESURES D'ORDRE TECHNIQUE.

DEUXIÈME CAS. — *La victime est encore en contact avec les conducteurs électriques.*

ART. 3. — Avant d'appliquer le traitement indiqué par l'Académie de Médecine, le sauveteur doit chercher à séparer le plus rapidement possible la victime des fils électriques en évitant, d'une manière absolue, de toucher soit les fils, soit la victime *avec les mains nues.*

L'accident peut se produire avec l'une des circonstances suivantes :

A. *Un fil est tombé sur le sol et touche la victime;*

B. *La victime est suspendue.*

Suivant l'une ou l'autre de ces circonstances, on opérera comme il est dit ci-après :

A. — UN FIL EST TOMBÉ SUR LE SOL ET TOUCHE LA VICTIME.

Écartement des fils. — Si le sauveteur peut, sans avoir à toucher la victime, écarter le fil à l'aide d'un bâton, d'une canne ou d'un outil quelconque *muni d'un manche en bois* (*a*), il le fera en ayant soin :

1° De ne toucher le fil qu'avec le bâton, la canne ou l'outil *muni d'un manche en bois* (*a*);

2° De faire en sorte que le fil, dans cette manœuvre, ne vienne pas toucher le visage ou d'autres parties nues du corps de la victime.

Si le sauveteur ne dispose pas immédiatement d'un bâton, d'une canne ou d'un outil muni d'un manche en bois (*a*), il devra, avant tout, commencer par se recouvrir les deux mains (*b*) soit de gants épais (*c*), soit d'étoffes sèches (*d*) d'une épaisseur suffisante (*b-d*). Cela fait, il écartera le fil.

Après avoir délivré la victime, on s'empressera de débarrasser des fils la voie publique afin d'éviter de nouveaux accidents.

Coupure du fil. — Si le sauveteur ne peut écarter le fil, il devra le couper à l'aide d'un outil tranchant à manche *non métallique,* comme une hache à manche de bois sec.

Il fera successivement deux coupures en deux points situés de part et d'autre de la victime.

Il n'est pas nécessaire de couper le fil près de la victime; il est préférable de le couper près des poteaux de suspension, de façon que les parties restant adhérentes à ces poteaux ne touchent pas le sol ou ne le touchent que sur la plus petite longueur possible.

Pendant que l'on coupe le fil, il faut veiller à ce qu'il ne rebondisse pas et n'aille toucher ni la victime ni le sauveteur. On pourra, dans ce but,

---

(*a*) Le bois est conseillé parce qu'il est mauvais conducteur de l'électricité et intervient comme corps isolant. Si le manche en bois renferme une tige centrale métallique, il est nécessaire que cette tige soit complètement enveloppée de bois et n'*apparaisse sur aucun point.*

(*b*) Il suffira souvent de retirer sa veste, son paletot, etc., et de les mettre sens devant derrière, les mains restant à l'intérieur des manches, qui devront être tamponnées pour former une forte épaisseur entre la peau et le contact à faire. Si l'on a une blouse, on se l'enroulera autour de la main droite, et, autour de la main gauche, on enroulera un mouchoir, un gilet, etc.

(*c*) Gants en laine compacte, de préférence genre moufles; au besoin plusieurs paires de gants.

(*d*) *Renseignements sur la valeur isolante des étoffes et des vêtements :*

Étoffes. — Les étoffes à employer doivent être bien sèches; les plus convenables sont celles en laine; la flanelle et les couvertures en laine sont particulièrement convenables.

Les étoffes en fil et en coton sont moins convenables, surtout en raison de leur faible épaisseur; avec une épaisseur minimum de 5^{mm} on a toute garantie, même avec les étoffes les moins convenables.

Vêtements. — Par analogie avec ce qui vient d'être dit, il faut prendre les draps en laine compacte de préférence, et, dans le cas d'emploi de blouses en coton ou en toile, s'arranger pour avoir largement l'épaisseur minimum indiquée.

maintenir le fil sous le pied par l'intermédiaire de matières isolantes, telles que bois sec, planches, fagots, bottes de paille, vêtements secs, cordes sèches, etc.

Dégagement de la victime. — Si l'on ne peut effectuer les coupures des fils électriques dans les conditions qui viennent d'être indiquées, si le sauveteur est obligé de toucher la victime, et s'il y a crispation des membres de la victime, des doigts par exemple, l'opérateur, avant de rien faire, devra commencer par se recouvrir les deux mains soit de gants (*c*), soit d'étoffes sèches d'une épaisseur suffisante [(*b*) et (*d*)].

Puis il ouvrira de force la ou les mains de la victime en écartant les doigts les uns après les autres.

Pendant cette opération :

1° Avoir soin que le fil ne revienne pas toucher le visage ou d'autres parties nues du corps de la victime.

2° Toucher autant que possible la victime par des parties qui ne soient pas en état de moiteur, telles que les aisselles, les pieds, etc.

B. — La victime est suspendue.

Prévoir sa chute et prendre à cet effet les précautions convenables.

A l'aide d'une échelle ou de tout autre moyen, on tâchera de s'élever jusqu'à la victime et de la délivrer en coupant le fil.

Le seul instrument convenable dans ce cas pour couper un fil est une cisaille; mais, comme le manche est généralement métallique, il faudra, avant d'employer cet outil, ou bien se couvrir les deux mains, comme il est expliqué à l'article 3, ou bien entourer le manche de l'instrument d'une épaisseur suffisante d'étoffes sèches (*d*).

Quand on aura atteint la victime, on la suspendra par des cordes ou on l'accrochera par ses vêtements et on la descendra en évitant qu'elle soit mise de nouveau en contact avec les fils.

Si l'on ne dispose d'aucun moyen pour arriver à la victime, ou si, disposant d'une échelle, on ne possède pas un instrument convenable pour couper le fil et opérer comme il vient d'être expliqué, on devra *prévenir l'usine le plus vite possible.*

AVIS IMPORTANTS.

Art. 4. — Dans aucun cas le sauveteur ne doit toucher un fil sans s'être recouvert les deux mains soit de gants épais (*c*), soit d'étoffes sèches d'une épaisseur suffisante (*b*) et (*d*).

Si des rails sont placés sur la voie publique, il doit éviter de les toucher même avec ses chaussures.

Même les deux mains étant recouvertes conformément aux prescriptions,

le sauveteur *ne doit, dans aucun cas, toucher simultanément deux fils différents et il doit s'abstenir de toute manœuvre qui mettrait la victime en contact avec deux fils différents.*

Les personnes étrangères au service, à moins d'être très exercées au maniement des fils et appareils électriques et d'en connaître parfaitement toutes les causes de danger, ne doivent, en aucun cas, *chercher à établir un court-circuit.*

Cette opération ne peut être faite utilement et sans danger que par des personnes compétentes.

En se conformant exactement aux précautions indiquées ci-dessus, le sauveteur ne court aucun risque, quand bien même il ressentirait accidentellement quelques secousses.

N° 351.

CIRCULAIRE DU 22 AVRIL 1903

portant modification du 2e alinéa de l'article 6 de l'Instruction D du 25 mai 1899, relativement à la déclaration des accidents du travail.

L'attention du Ministre a été appelée sur les inconvénients que présente l'application des dispositions du deuxième alinéa de l'article 6 de l'Instruction D du 25 mai 1899, relativement à la déclaration des accidents du travail, et ainsi conçu :

« A cet effet, le chef d'établissement *adressera* immédiatement une déclaration au maire avec copie certifiée conforme du certificat d'origine. »

Il arrive, en effet, que les déclarations d'accident, bien qu'adressées au maire dans les 48 heures, ne lui parviennent qu'un jour ou deux après l'expiration du délai légal. La même irrégularité a été relevée en ce qui concerne l'envoi du certificat médical qui doit être déposé à la mairie dans les 4 jours qui suivent l'accident.

Afin d'éviter le retour des infractions susvisées, chaque directeur d'établissement ou son préposé devra à l'avenir, ainsi que le stipule d'ailleurs l'article 11 de la loi du 9 avril 1898, modifiée par celle du 22 mars 1902, et, d'une façon plus précise, le modèle annexé au décret du 23 mars 1902, *remettre personnellement* à la mairie, dans les 48 heures de l'accident, la déclaration prévue par la loi. Il en sera de même pour le dépôt du certificat médical

qui doit être effectué dans les 4 jours qui suivent l'accident si la victime n'a pas repris son travail.

N° 332.

DÉCRET DU 4 MAI 1903

fixant le prix de vente de la poudre de mine G

(Inséré au *Journal officiel* du 9 mai 1903).

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897;
Sur les rapports des Ministres de la Guerre et des Finances,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Le prix de vente à l'intérieur du type spécial de poudre à feu destiné à combattre la grêle, créé sous la dénomination de *poudre de mine* G, est fixé à 0fr,90 le kilogramme.

ART. 2. — Ce prix de vente est applicable à l'Algérie.

ART. 3. — Les Ministres de la guerre et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 4 mai 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre des finances, ROUVIER.

Le Ministre de la guerre, Gal ANDRÉ.

ANNEXES AU DOCUMENT N° 332.

ANNEXE N° 1.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 528, du 18 mai 1903.)

POUDRES A FEU.

Tirs contre la grêle. — Mise en vente d'un nouvel explosif destiné à remplacer les poudres de démolition. Décret du 4 mai 1903.

L'attention des pouvoirs publics a été appelée, il y a quelques années,

sur un procédé expérimenté à l'étranger et ayant pour but de prévenir les chutes de grêle. Ce procédé consiste dans des tirs au canon effectués systématiquement à l'approche des nuées orageuses, et il serait assez efficace pour permettre aux agriculteurs de préserver leurs récoltes.

En raison de l'importance considérable que cette question présentait au point de vue agricole, il avait été décidé alors, par les administrations intéressées, que des poudres dites *de démolition* seraient mises, au prix réduit de $0^{fr},30$ le kilogramme, à la disposition des associations constituées dans le but de poursuivre en France les expériences commencées à l'étranger.

Les essais auxquels il a été procédé avec ces explosifs ayant donné des résultats appréciables, la question de l'emploi des poudres à feu en agriculture fut dès lors mise à l'étude. En attendant une solution définitive, et pour ne pas interrompre les opérations de tir, on décida que les syndicats de défense contre la grêle continueraient, jusqu'à épuisement des stocks, à recevoir des poudres de démolition. Les instructions nécessaires à l'application de cette mesure, qui n'avait du reste qu'un caractère provisoire, ont fait l'objet de la note autographiée n° 7308 du 11 mai 1901.

Les stocks de poudre de démolition provenant des magasins de l'Artillerie étant aujourd'hui à la veille d'être épuisés, le Département de la Guerre s'est préoccupé de rechercher un explosif qui, par ses propriétés et la modicité de son prix de revient, puisse remplacer ces poudres dans les tirs contre la grêle. Les études entreprises à ce sujet ont abouti à la création d'une nouvelle poudre qui prendra la dénomination de *poudre de mine* G.

La mise en vente de ce nouveau produit vient d'être autorisée par un décret en date du 5 mai courant dont le texte se trouve imprimé ci-dessus. Il sera livré aux syndicats de défense au prix réduit de $0^{fr},90$ le kilogramme et en barils de 50^{kg} ou de 25^{kg}, c'est-à-dire dans les mêmes conditions d'emballage que toutes les poudres de mine noires.

Jusqu'à ce que l'emploi des explosifs en agriculture ait fait l'objet d'une réglementation définitive, on continuera de se conformer, en ce qui concerne la demande, la livraison et l'emploi des poudres G, aux conditions qui ont été déterminées pour les poudres de démolition par la lettre du Ministre de l'Agriculture en date du 25 avril 1901 dont le texte est reproduit ci-après.

Toutefois, contrairement aux errements qui avaient été adoptés à l'égard des poudres de démolition, les envois de poudres G par les poudreries aux entrepôts s'effectueront selon les règles ordinaires. Ces poudres seront, en conséquence, expédiées à la demande des entreposeurs, demande qu'ils auront à établir, comme celles des autres poudres, d'après les besoins présumés de leur circonscription.

Par suite, les demandes que les syndicats de défense adresseront au Préfet seront transmises non plus comme aujourd'hui à l'Administration de la Guerre, mais au Directeur départemental des Contributions indirectes.

Les poudreries devant être prochainement en mesure de livrer le nouvel explosif, les entreposeurs peuvent dès à présent formuler, s'il y a lieu, des demandes d'approvisionnement.

Quant aux mesures à prendre en vue de s'assurer que la poudre destinée aux tirs contre la grêle n'est pas détournée de son affectation, il conviendra, jusqu'à nouvel ordre et par analogie avec les dispositions déjà admises pour les poudres de démolition, d'exiger que les associations agricoles inscrivent très exactement sur un registre spécial, au fur et à mesure de leur réception et de leur emploi, toutes les quantités reçues et consommées. On pourra leur confier, à cet effet, un livret n° 75 B dont les en-têtes auront été au préalable modifiés à la main par le service, de manière à comporter notamment l'inscription des quantités composant chaque réception et celle des quantités utilisées dans chaque séance de tir.

Ce carnet devra être représenté à toute réquisition des employés qui contrôleront l'exactitude de ses énonciations, et, le cas échéant, rendront compte au Directeur des irrégularités qu'ils viendraient à constater.

L'Administration fait observer enfin que, comme les poudres de démolition, la nouvelle poudre de mine G est exclusivement réservée aux syndicats agricoles et autres associations constituées en vue de la défense contre la grêle, et qu'il n'y aurait pas lieu d'accueillir les demandes qui viendraient à être formulées par de simples particuliers.

L'attention des entreposeurs est spécialement appelée sur ce point.

Je prie les Directeurs d'assurer l'exécution des dispositions qui précèdent et de se concerter, à cet effet, avec le Préfet de leur département, à qui M. le Ministre de l'Agriculture a récemment adressé des instructions.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
COURTIN.

ANNEXE N° 2.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE.

CIRCULAIRE DU 25 AVRIL 1901

relative aux livraisons de poudres pour le tir contre la grêle.

MONSIEUR LE PRÉFET,

Plusieurs associations agricoles m'ont exprimé le désir d'être mises à même d'acquérir à prix réduit la poudre nécessaire à l'usage de tirs dont

l'emploi a donné dans l'Italie et le Midi de la France des résultats appréciables pour empêcher les chutes de grêle.

Afin de donner satisfaction à ce désir, je me suis concerté avec MM. les Ministres de la Guerre, des Finances et de l'Intérieur, et il est intervenu entre nos quatre Départements un accord établi sur les bases suivantes :

Le Ministre de la Guerre fournira, jusqu'à épuisement des stocks actuellement disponibles, aux syndicats et autres associations agricoles qui en feront la demande pour les tirs en question, des poudres dites *de démolition,* au prix de $0^{fr},30$ le kilogramme.

Pour obtenir la livraison de ces poudres de démolition, les sociétés intéressées devront simplement envoyer une demande au Préfet de leur département, auquel il appartiendra de certifier la qualité des syndicats et autres associations constitués en vue de l'usage des tirs contre la grêle et d'apprécier si la quantité de poudre demandée est en rapport avec l'étendue des territoires à protéger.

Le Préfet transmettra ensuite, avec tous les renseignements qui lui paraîtront utiles, la demande au Département de la Guerre (1), qui fera connaître au Ministre des Finances les mesures prises, afin de lui permettre d'adresser les instructions nécessaires au service des Contributions indirectes chargé de la livraison de la poudre et du contrôle de son emploi.

En ce qui concerne le transport des poudres à leur destination, le Ministère de l'Intérieur, s'appuyant sur l'avis de la Commission des substances explosives, a jugé indispensable d'édicter les mesures de protection suivantes :

Le transport des poudres, du point de délivrance au siège du syndicat, aura lieu sous escorte militaire si la quantité transportée dépasse 100^{kg}, et sous l'escorte de deux personnes désignées par le syndicat dans le cas où cette quantité serait inférieure au chiffre fixé ci-dessus.

En ce qui touche l'emmagasinement de la poudre par les associations, il a paru également nécessaire d'édicter quelques prescriptions.

Tout d'abord, dès l'arrivée de la poudre au siège du syndicat, celui-ci devra immédiatement procéder à une répartition entre les différents postes de tir, de manière à éviter l'accumulation de trop grandes quantités de poudre dans un même endroit. Que si, cette répartition étant faite, le reliquat atteignait 250^{kg}, le syndicat devra posséder un magasin central constitué par un baraquement solide, fermé à clef, et entouré d'une palissade également fermée à clef.

---

(1) Ainsi que le fait connaître la circulaire n° 528 qui précède, les nouvelles poudres G seront expédiées aux entrepôts sur la demande des entreposeurs, et les demandes des syndicats devront, en conséquence, être, à l'avenir, transmises par le Préfet au Directeur départemental des Contributions indirectes.

Enfin, les canons employés pour le tir ne pourront être mis en service qu'après avoir subi une épreuve destinée à constater leur solidité. Les conditions dans lesquelles les épreuves devront être effectuées seront réglées dès que la Commission des substances explosives aura donné son avis sur ce point. Je m'empresserai de les porter à votre connaissance.

Telle est, dans ses grandes lignes, la réglementation que les Départements de l'Agriculture, de la Guerre, des Finances et de l'Intérieur ont cru nécessaire d'imposer aux syndicats et sociétés qui pratiqueront le tir contre la grêle.

Dans les limites tracées ci-dessus, il vous appartient, Monsieur le Préfet, suivant les localités et en vous inspirant des conditions spéciales à chacune d'elles, d'exiger quelques garanties supplémentaires en ce qui concerne l'installation, et, s'il y a lieu, la garde du dépôt central constituant la réserve de poudre des syndicats. Je vous laisse également le soin d'arrêter les dispositions de détail relatives à l'organisation des tirs.

Je vous serai obligé, Monsieur le Préfet, de m'accuser réception des présentes instructions.

Recevez, etc.

Le Ministre de l'Agriculture,
DUPUY.

N° 353.

LOI

portant modification de la loi du 12 juin 1893 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article premier. — Les articles premier, paragraphe premier; 2, paragraphe 3; 3, 4, paragraphe 2, et 12, paragraphe 3 de la loi du 12 juin 1893, concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels, sont modifiés ou complétés ainsi qu'il suit :

Article premier, § 1. — Sont soumis aux dispositions de la présente loi les manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers, laboratoires, cuisines, caves et chais, magasins, boutiques, bureaux, entreprises de chargement et de déchargement et leurs dépendances, de quelque nature que ce soit, publics ou privés, laïques ou religieux, même lorsque ces établissements ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance.

ART. 2, § 3. — Les dispositions qui précèdent sont applicables aux théâtres, cirques et autres établissements similaires où il est fait emploi d'appareils mécaniques.

ART. 3. — Des règlements d'administration publique rendus après avis du Comité consultatif des arts et manufactures détermineront :

1° Les mesures générales de protection et de salubrité applicables à tous les établissements assujettis, notamment en ce qui concerne l'éclairage, l'aération ou la ventilation, les eaux potables, les fosses d'aisances, l'évacuation des poussières, vapeurs, les précautions à prendre contre les incendies, le couchage du personnel, etc.;

2° Au fur et à mesure des nécessitées constatées, les prescriptions particulières relatives soit à certaines professions, soit à certains modes de travail.

Le Comité consultatif d'hygiène publique de France sera appelé à donner son avis en ce qui concerne les règlements généraux prévus sous le n° 1 du présent article.

ART. 4, § 2. — Toutefois, pour les établissements de l'État dans lesquels l'intérêt de la défense nationale s'oppose à l'introduction d'agents étrangers au service, la sanction de la loi est exclusivement confiée aux agents désignés, à cet effet, par les Ministres de la Guerre et de la Marine; la nomenclature de ces établissements sera fixée par règlement d'administration publique.

ART. 12, § 3. — Les articles 5, 6, 7, 8, 9, 12, paragraphes 1 et 2 et 14 de la présente loi ne sont pas applicables aux établissements de l'État. Un règlement d'administration publique fixera les conditions dans lesquelles seront communiquées, par le Ministre du Commerce, aux administrations intéressées, les constatations des inspecteurs du travail dans ces établissements.

ART. 2. — La présente loi sera applicable trois mois après la date de sa promulgation.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 11 juillet 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

GEORGES TROUILLOT.

N° 354.

CIRCULAIRE DU 8 AOUT 1903

fixant les conditions que doivent remplir les alcools éthyliques destinés aux établissements des poudres et salpètres, et prescrivant l'emploi d'un modèle de cahier des charges spéciales pour l'adjudication de ces alcools.

Les clauses et conditions générales imposées aux titulaires de marchés du Département de la Guerre étant aujourd'hui fixées par le cahier du 16 février 1903, et le mode de passation des marchés étant réglé par l'*instruction pour la passation des marchés autres que ceux relatifs aux travaux de constructions militaires* du 15 juin 1903, les établissements des Poudres et Salpêtres n'ont plus à établir, pour les marchés de fournitures, que des cahiers des charges spéciales contenant un très petit nombre de clauses.

Le nombre de ces clauses peut encore être réduit si l'on impose aux fournitures similaires à faire à tous les établissements des conditions identiques.

En conséquence, les directeurs des établissements adopteront, pour les fournitures d'alcool à 95°, les conditions communes contenues dans le cahier des charges générales *ci-joint*.

Les cahiers des charges spéciales qu'ils auront à établir, seront dressés d'après le modèle *ci-joint*, en se conformant exactement à ce modèle pour le numérotage des articles.

Ils soumettront, le plus tôt possible, des projets de cahiers des charges dressés d'après les instructions précédentes : ces cahiers des charges, une fois approuvés, seront valables pour toutes les adjudications qui auront lieu à partir du 1er janvier 1904 jusqu'à ce que de nouvelles instructions en nécessitent la modification.

Cahier des charges générales pour les fournitures d'alcool à 95° à faire aux établissements des Poudres et Salpêtres.

CHAPITRE PREMIER. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Nature de l'adjudication.

ARTICLE PREMIER. — Les adjudications d'alcool éthylique sont des adjudications simples ne comportant qu'une seule séance (art. 2, § 1 de l'Instruction pour la passation des marchés).

Approbation de l'adjudication. (*Art. 4 du cahier des clauses et conditions générales.*)

ART. 2. — Les résultats des adjudications sont acceptés définitivement et séance tenante par le membre technique de la Commission d'adjudication; mais l'approbation est toujours réservée au Ministre s'il y a eu des réclamations ou des protestations insérées au procès-verbal, ou si un seul soumissionnaire s'est présenté à l'adjudication, ou bien encore dans le cas où, plusieurs soumissionnaires s'étant présentés à l'adjudication, toutes les soumissions, à l'exception d'une seule, seraient rejetées comme irrégulières.

Quand l'approbation est réservée au Ministre, elle est notifiée aux intéressés dans le délai de trente jours prévu par l'instruction pour la passation des marchés.

Retards. Clauses pénales. (*Art. 39 du cahier des clauses et conditions générales.*)

ART. 3. — Les retenues pour retard prévues par l'article 39 du cahier des clauses et conditions générales sont fixées par 1000^{fr} et par jour à 0^{fr},50 pendant les trente premiers jours et à 1^{fr} à dater du trente et unième jour, sans que la pénalité puisse excéder le dixième du montant du service en souffrance.

Le délai prévu par ce même article 39 pour la mise en demeure de l'entrepreneur de satisfaire à ses obligations est de 8 jours au moins.

Production des pièces justificatives. (*Art. 50 du cahier des clauses et conditions générales.*)

ART. 4. — Le délai et l'amende prévus à l'article 50 du cahier des clauses et conditions générales sont respectivement de 45 jours à compter de l'expiration du trimestre pendant lequel la dépense a été faite, et de 0^{fr},50 par 1000^{fr} et par jour de retard.

CHAPITRE II. — DISPOSITIONS PARTICULIÈRES.

Conditions d'admission des soumissionnaires.

ART. 5. — Sont seuls admis à soumissionner :

1° Les distillateurs de profession possédant des usines assez importantes pour fabriquer au moins 50^{hl} d'alcool par jour;

2° Les courtiers et négociants en alcool dûment patentés.

Définition de l'alcool à fournir. Base du règlement.

ART. 6. — Les fournitures d'alcool sont effectuées à l'état d'alcool bon goût à 95° : mais la valeur de la fourniture est calculée en appliquant au poids de l'alcool *absolu* qu'elle contient le prix du kilogramme *d'alcool absolu* porté dans la soumission de l'adjudicataire.

Le règlement de la fourniture est donc basé sur la constatation des poids des récipients ayant servi à l'expédition (fûts ou wagons-réservoirs) pleins et vides, et sur la mesure du degré alcoolique des échantillons prélevés à l'arrivée de chaque livraison, comme l'indiquent les cahiers des charges spéciales à chaque fourniture.

Droits de régie.

ART. 7. — Les alcools sont introduits dans les établissements des Poudres et Salpêtres en suspension du payement des droits, c'est-à-dire sous le lien d'acquits-à-caution. Ceux-ci sont remis, dès l'arrivée des alcools, aux agents de l'établissement afin que l'administration de cet établissement puisse procéder ultérieurement aux formalités requises par le service des Contributions indirectes pour le déchargement des acquits.

Les droits de statistique sont entièrement à la charge de l'État; toutefois, si une livraison est refusée, l'adjudicataire est tenu de prendre, auprès de l'administration des Contributions indirectes, les mesures nécessaires pour en assurer l'enlèvement, et de justifier, s'il y a lieu, la restitution au service de la Guerre des droits éventuellement payés pour cette fourniture.

Les démarches auprès de cette même administration incombent également au fournisseur en cas de pertes ou de détournements en cours de transport.

Qualité de l'alcool.

ART. 8. — L'alcool doit être de l'espèce dite *trois-six extra-fin.*

Il marque au moins 94° à la température de 15° C. à l'alcoomètre de Gay-Lussac : le titre est constaté soit en ramenant artificiellement l'alcool à 15° C., soit en opérant à la température ambiante et faisant la correction indiquée par la Table insérée ci-après (colonne C).

Sa qualité est appréciée par comparaison avec un type ou plusieurs types d'alcool (alcools de grains, de mélasse, de betterave); ces types sont conservés à l'établissement dans des bouteilles cachetées. Toute livraison trouvée inférieure au type correspondant est refusée. En cas de désaccord, il est procédé à une expertise par un courtier assermenté désigné, sur la demande du Directeur, par le Tribunal de Commerce; cet expert apprécie la conformité avec les types. Les frais de l'expertise sont à la charge de celle des parties reconnue non fondée dans son appréciation de la marchandise livrée.

Épreuves chimiques.

ART. 9. — *Acidité ou alcalinité.* — L'acidité ou l'alcalinité est appréciée de la manière suivante : 50$^{cm^3}$ d'alcool sont étendus de 50$^{cm^3}$ d'eau privée d'acide carbonique par ébullition. Aux 100$^{cm^3}$ ainsi obtenus, on

ajoute 5 à 6 gouttes de teinture de tournesol sensible (1). Il peut se présenter deux cas :

Premier cas. — La liqueur vire au bleu : on l'amène à la teinte neutre au moyen d'une liqueur titrée d'acide sulfurique contenant 4^{dg} d'anhydride sulfurique (SO^3) par litre. Le nombre de centimètres cubes de cette liqueur sulfurique nécessaires ne doit pas dépasser 4.

Deuxième cas. — La liqueur vire au rouge : on l'amène à la teinte neutre au moyen d'une liqueur titrée de soude contenant 4^{dg} de soude (NaO, HO) par litre. Le nombre de centimètres cubes de cette liqueur sodique nécessaires ne doit pas dépasser 4.

Extrait sec. — Enfin, 100^{cm^3} d'alcool évaporé dans une étuve à 110°, jusqu'à ce que le poids du résidu devienne constant, ne doivent pas accuser plus de 5^{mg} d'extrait sec.

Tout alcool ne satisfaisant pas à ces conditions est refusé.

En cas de désaccord sur les épreuves chimiques, il est procédé, sur la demande du fournisseur, à une expertise par les soins du laboratoire central des Poudres et Salpêtres.

Détermination du poids d'alcool à payer.

ART. 10. — La fourniture devant être réglée d'après le poids d'alcool absolu qu'elle contient, on procède comme il suit pour déterminer ce poids.

On se sert de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac : on lit le degré apparent à $\frac{1}{10}$ de degré en n'inscrivant que les divisions réellement couvertes : pour cette lecture, l'alcoomètre n'étant gradué que par $\frac{1}{5}$ de degré, on évalue le $\frac{1}{10}$ par comparaison des distances du niveau d'affleurement aux deux divisions consécutives marquées sur l'appareil, la lecture étant faite par transparence au-dessous du ménisque.

On ramène ensuite le degré observé à celui que l'on aurait eu si la température avait été de 15° : on se sert, pour cela, des coefficients inscrits dans la colonne C de la Table ci-après. Il suffit de multiplier le nombre

(1) La teinture sensible est préparée comme il suit : Avec la poudre de tournesol pur on fait une solution aqueuse au $\frac{1}{100}$, à laquelle on ajoute $\frac{1}{5}$ de son volume d'alcool; on partage le tout en deux parties. Dans la première, on ajoute goutte à goutte une solution d'acide sulfurique à environ 5 pour 100 jusqu'à virage au rouge, puis on mélange la portion rougie à celle qu'on a laissée intacte. On divise de nouveau en deux parts et l'on recommence cette série d'opérations jusqu'à ce qu'on obtienne une teinture violacée, virant très facilement au rouge sous l'influence d'une trace d'acide, au bleu avec une trace d'alcali. On conserve la liqueur dans un vase ouvert, très large, rempli seulement à moitié et préservé de la poussière par un tampon de coton ou un couvercle de papier.

exprimant la différence existant entre la température de 15° et la température lue par le coefficient correspondant au degré apparent constaté, et d'ajouter le produit obtenu à ce degré ou de l'en retrancher suivant que la température du liquide était inférieure ou supérieure à 15°; on néglige dans ce produit la deuxième décimale si elle est égale ou inférieure à 5; si elle est supérieure à 5, on force la première décimale d'une unité.

On se sert ensuite, pour déterminer la proportion en poids d'alcool pur contenu dans le trois-six livré, des nombres de la colonne B : ces nombres indiquant le poids d'alcool pur contenu dans 100^{kg} de liquides alcooliques marquant, à la température de 15°, les degrés de la colonne A, on n'aura qu'à multiplier le titre pondéral de la colonne B correspondant au degré corrigé, comme il vient d'être dit, par le poids d'alcool reçu et à diviser par 100.

Les épreuves sont faites avec les instruments de l'établissement réceptionnaire.

La Table visée ci-dessus est la suivante.

A DEGRÉS centésimaux ou centièmes d'alcool absolu en volume.	B TITRE pondéral ou centièmes d'alcool absolu en poids correspondant aux lectures à 15°.	C CORRECTION du degré alcoolique pour chaque degré de température en plus ou en moins de 15°.	A DEGRÉS centésimaux ou centièmes d'alcool absolu en volume.	B TITRE pondéral ou centièmes d'alcool absolu en poids correspondant aux lectures à 15°.	C CORRECTION du degré alcoolique pour chaque degré de température en plus ou en moins de 15°.
90,0	85,70		92,0	88,32	0,24
1	85,83	0,25	1	88,45	0,24
2	85,96	0,25	2	88,59	0,24
3	86,09	0,25	3	88,72	0,24
4	86,22	0,25	4	88,86	0,24
5	86,35	0,25	5	88,99	0,24
6	86,48	0,25	6	89,13	0,23
7	86,61	0,25	7	89,26	0,23
8	86,74	0,25	8	89,40	0,23
9	86,87	0,25	9	89,53	0,23
91,0	87,00	0,25	93,0	89,67	0,23
1	87,13	0,25	1	89,81	0,23
2	87,26	0,25	2	89,94	0,23
3	87,39	0,25	3	90,08	0,23
4	87,52	0,25	4	90,21	0,23
5	87,65	0,25	5	90,35	0,23
6	87,78	0,24	6	90,49	0,22
7	87,92	0,24	7	90,62	0,22
8	88,05	0,24	8	90,76	0,22
9	88,19	0,24	9	90,89	0,22

A DEGRÉS centésimaux ou centièmes d'alcool absolu en volume.	B TITRE pondéral ou centièmes d'alcool absolu en poids correspondant aux lectures à 15°.	C CORRECTION du degré alcoolique pour chaque degré de température en plus ou en moins de 15°.	A DEGRÉS centésimaux ou centièmes d'alcool absolu en volume.	B TITRE pondéral ou centièmes d'alcool absolu en poids correspondant aux lectures à 15°.	C CORRECTION du degré alcoolique pour chaque degré de température en plus ou en moins de 15°.
94,0	91,03	0,22	97,0	95,33	0,20
1	91,17	0,22	1	95,48	0,20
2	91,31	0,22	2	95,63	0,20
3	91,45	0,22	3	95,78	0,20
4	91,59	0,22	4	95,93	0,20
5	91,73	0,22	5	96,08	0,20
6	91,87	0,22	6	96,23	0,19
7	92,01	0,22	7	96,38	0,19
8	92,15	0,22	8	96,53	0,19
9	92,29	0,22	9	96,68	0,19
95,0	92,43	0,22	98,0	96,84	0,19
1	92,57	0,22	1	96,99	0,19
2	92,72	0,22	2	97,15	0,19
3	92,86	0,22	3	97,30	0,19
4	93,00	0,22	4	97,46	0,19
5	93,14	0,22	5	97,61	0,19
6	93,29	0,21	6	97,77	0,19
7	93,43	0,21	7	97,92	0,19
8	93,57	0,21	8	98,08	0,19
9	93,72	0,21	9	98,23	0,19
96,0	93,86	0,21	99,0	98,39	0,19
1	94,01	0,21	1	98,55	0,19
2	94,15	0,21	2	98,71	0,19
3	94,30	0,21	3	98,87	0,19
4	94,44	0,21	4	99,03	0,19
5	94,59	0,21	5	99,19	0,19
6	94,74	0,20	6	99,35	0,18
7	94,88	0,20	7	99,51	0,18
8	95,03	0,20	8	99,68	0,18
9	95,18	0,20	9	99,84	0,18
			100,0	100,00	0,18

Le Ministre de la Guerre,
Gal L. ANDRÉ.

N° 333.

TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES OU INFECTES.

Dixième modification au Règlement du 12 novembre 1897.

Paris, le 12 août 1903.

LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS

A MESSIEURS LES ADMINISTRATEURS DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

MESSIEURS,

Mon Administration a été saisie de diverses demandes d'additions ou de modifications au règlement du 12 novembre 1897 concernant le transport par voie ferrée des matières dangereuses ou infectes.

La Commission d'application de ce règlement, à laquelle j'ai soumis ces demandes, a émis l'avis qu'il convenait d'accueillir certaines d'entre elles.

Conformément à cet avis, j'ai pris les décisions suivantes :

1° *Bioxyde de baryum.* — A l'article 113 du règlement du 12 novembre 1897, il sera ajouté un Paragraphe ainsi conçu :

« Le bioxyde de baryum peut également être emballé dans des tonneaux en bois dur bien étanches; le produit doit alors être entouré d'une première enveloppe en papier glacé et d'une seconde enveloppe en toile de coton glacé. »

2° Le dinitrochlorbenzol sera classé en quatrième catégorie, et, en conséquence :

a. Dans la classification du règlement du 12 novembre 1897, le mot *dinitrochlorbenzol* sera inséré à l'article 3, § *d*, après celui de *nitrobenzine.*

b. Un Paragraphe 4 ainsi conçu sera ajouté à l'article 107 :

« Le dinitrochlorbenzol doit être emballé dans les mêmes conditions que la nitrobenzine. »

c. La désignation suivante sera ajoutée à la Table des matières, à sa place par ordre alphabétique :

1.	2.	3.	4.
Dinitrochlorbenzol.....	3d 4e	4. 5. 107 119. 122	166

3° *Nitronaphtaline. Binitrotoluène.* — La nitronaphtaline (mononitronaphtaline) et le binitrotoluène seront classés dans la quatrième catégorie et, en conséquence :

a. A l'article 3 du règlement, les mots *nitronaphtaline* (mononitronaphtaline) et *binitrotoluène* seront ajoutés à la fin du premier alinéa de la page 6;

b. Les mêmes mots seront ajoutés à l'article 109 (p. 24), avant les mots ... *doivent lorsqu'ils sont* ....

c. Les indications suivantes seront ajoutées à la Table des matières, à leur place par ordre alphabétique :

1.	2.	3.	4.
Nitronaphtaline (mononitronaphtaline). (*Voir* objets auxquels le feu, etc.).....	//	//	//
Binitrotoluène. (*Voir* objets auxquels le feu, etc.)....	//	//	//

Enfin, le bâchage des gadoues vertes, qu'une circulaire du 18 janvier 1902 a rendu obligatoire pendant l'été, c'est-à-dire dans la saison où ces matières fermentent rapidement, présente de sérieux inconvénients. Aussi me paraît-il opportun de profiter des modifications indiquées plus haut pour supprimer l'obligation du bâchage des wagons chargés de gadoues vertes. Par suite, les mots *dans ce cas, les wagons doivent être recouverts, du 1er mai au 30 septembre, de bâches qui, après déchargement, seront désinfectées efficacement aux frais des expéditeurs,* seront rayés du texte de l'article 128 qui se trouvera ainsi rétabli dans sa teneur primitive.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire et de rectifier, d'après les dispositions qu'elle contient, les exemplaires du règlement déposés dans les stations de votre réseau.

Recevez, Messieurs, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Ministre des Travaux publics,

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Conseiller d'État, Directeur des Chemins de fer,
D. PÉROUSE.

N° 356.

DÉCRET DU 12 AOUT 1903

fixant le prix de vente pour l'exportation de la poudre de chasse pyroxylée T.

(Inséré au *Journal officiel* du 18 août 1903.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897 ;

Vu les traités des 20 novembre 1815 et 24 mars 1860 qui ont placé le pays de Gex et la partie neutralisée de la Haute-Savoie en dehors de la ligne des douanes ;

Vu le décret du 10 décembre 1902, portant fixation, pour l'année 1903, des prix de vente des poudres à feu destinées à l'exportation ;

Sur les rapports des ministres des Finances et de la Guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Le prix de vente pour l'exportation (1) de la poudre de chasse pyroxylée T livrée à l'état nu est fixé à 700^{fr} par 100^{kg}, non compris l'emballage.

ART. 2. — Ce tarif est applicable dans le pays de Gex et dans la zone neutralisée de la Haute-Savoie.

ART. 3. — Les ministres des Finances et de la Guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à la Bégude-de-Mazenc, le 12 août 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République,

Le Ministre des Finances,
ROUVIER.

Le Ministre de la Guerre,
G^{al} L. ANDRÉ.

---

(1) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises, l'Algérie et la Tunisie exceptées.

N° 357.

DÉCRET DU 9 SEPTEMBRE 1903

fixant le prix de vente d'explosifs de mine

(Inséré au *Journal officiel* du 12 septembre 1903.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANCAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897 ;
Vu le décret du 14 janvier 1899 ;
Sur le rapport des Ministres des Finances et de la Guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — A partir du 1er octobre 1903, les prix de vente des explosifs de mine ci-après sont fixés ainsi qu'il suit :

DÉSIGNATION DES EXPLOSIFS DE MINE.			PRIX DE VENTE, par kilogramme dans les entrepôts.
			fr. c.
Explosifs spéciaux de mine..	Type N.....	N° 1.	
		Au nitrate d'ammoniaque :	
		a.....	2 35
		b.....	2 45
		c.....	2 55
		d.....	2 45
		N° 2.	
		Au nitrate de soude.....	1 15
	Type O aux chlorates.	N° 1.....	2 00

ART. 2. — Ces prix de vente sont applicables à l'Algérie.

ART. 3. — Le Ministre des Finances est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à la Bégude-de-Mazenc, le 9 septembre 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République,

Le Ministre de la Guerre,
Gal ANDRÉ.

Le Ministre des Finances,
ROUVIER.

ANNEXE AU DOCUMENT N° 357.

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 546 du 10 décembre 1903.)

POUDRES A FEU.

Nouvelle fixation du prix de vente des explosifs de mine du type N. Mise en vente d'un nouveau type de poudre de mine dit *type O*. Décret du 9 septembre 1903.

Un décret en date du 9 septembre 1903, dont le texte est imprimé ci-dessus, a modifié, en ce qui concerne les explosifs de mine du type N destinés à la confection de cartouches comprimées, les prix de vente qui avaient été fixés par le décret du 14 janvier 1899.

Ces changements de tarif, motivés par une détermination plus rigoureusement proportionnelle de l'impôt, comportent la fixation d'un prix spécial pour chacune des quatre variétés du type N, n° 1, qui, précédemment, étaient livrées au prix uniforme de 2fr,55 le kilogramme. Ce dernier tarif n'est maintenu que pour le n° 1 *c;* il est abaissé à 2fr,45 pour les sortes *b* et *d* et à 2fr,35 pour le n° 1 *a*. Quant à l'explosif N n° 2, son prix est porté de 1fr,05 à 1fr,15.

Le décret a, en outre, autorisé la mise en vente d'une nouvelle espèce de poudre de mine à base de chlorate de potasse dénommée *type O*, *n°* 1, à raison de 2fr le kilogramme.

Il est fabriqué deux variétés de cette poudre (n° 41 et n° 60 *bis*) d'après les formules suivantes :

	N° 41.	N° 60 *bis*.
Chlorate de potasse	80	80
Mononitronaphtaline	12	13
Huile de ricin	8	5
Dinitrotoluène	»	2
	100	100

Ces explosifs chloratés, de même que les poudres N, sont destinés à la confection de cartouches comprimées pour l'industrie minière.

Ils seront logés dans des sacs en toile forte, de couleur dite *cachou*, renfermés dans des caisses de 50kg et de 25kg, d'un modèle spécial. Les livraisons aux consommateurs se feront directement dans les entrepôts, et seulement par caisses complètes. Les entreposeurs devront, en conséquence, s'abstenir de procéder à l'ouverture des récipients, opération qui d'ailleurs présenterait des dangers; ils auront, en outre, à veiller à ce que les caisses vides

restituées par les consommateurs ne soient, le cas échéant, ouvertes qu'à l'extérieur des magasins.

Pour les conditions d'emmagasinage, de conservation et de manipulation des produits, il conviendra de se conformer aux prescriptions générales concernant les poudres noires.

Les demandes d'explosifs O seront adressées à la poudrerie de Vonges, seule chargée actuellement de la fabrication de ces poudres.

Les emballages, dont la valeur sera portée prochainement à la connaissance du service, devront être renvoyés à cet établissement, en ayant soin de laisser les sacs dans les caisses mêmes où ils auront été rendus.

Les opérations de réception et de vente des divers types de poudres N et des explosifs O figureront dans les comptes des entreposeurs et dans tous les documents de comptabilité ou de statistiques à des colonnes ou sur des lignes spéciales qui, jusqu'à la revision des modèles, seront ouvertes à la main.

Les dispositions du décret du 9 septembre 1903 sont applicables aux ventes faites en Algérie.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
L. MARTIN.

N° 338.

CIRCULAIRE DU MINISTRE DU COMMERCE

aux Inspecteurs divisionnaires du travail, en date du 15 septembre 1903, sur l'application de la loi du 11 juillet 1903, sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements commerciaux et de l'État.

(Extrait.)

Je vous adresse ci-joint, sous forme d'affiche, le texte de la loi du 12 juin 1893 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs, avec les modifications qui ont été apportées à ce texte par la loi du 11 juillet 1903.

Le principal objet de la nouvelle loi est, suivant les termes de l'exposé des motifs du projet déposé à la Chambre des députés le 16 janvier 1902 :

« 1° De soumettre aux obligations déterminées par la loi les petites industries de l'alimentation et les magasins, boutiques, bureaux et autres établissements similaires qui n'y sont pas actuellement assujettis;

» 2° D'apporter plus de précision dans la nomenclature des établissements visés par la loi, dans le but de mettre fin aux controverses auxquelles a donné lieu l'assujettissement de certaines catégories d'établissements, comme

les établissements publics, les chantiers de chargement et de déchargement de navires. »

Sur ce dernier point, il me paraît nécessaire, pour préciser la portée des nouvelles dispositions législatives, de citer quelques passages des travaux préparatoires de la loi récente. Ces citations feront connaître en même temps le régime spécial adopté pour la surveillance de certains établissements.

A. — *Chantiers de travaux publics et établissements de l'État, des départements et des communes.*

« La question s'est posée de savoir si les chantiers, et en général les établissements industriels appartenant à l'Etat, ou dirigés par l'Etat, ou fonctionnant sur son domaine, sont soumis à la loi du 12 juin 1893. La raison de douter résultait de ce que, à la différence de la loi du 2 novembre 1892, la loi du 12 juin 1893 ne dispose pas expressément qu'elle sera applicable dans les chantiers et établissements industriels *publics* ou *privés*. Afin d'éviter que des controverses puissent s'élever à nouveau sur la question de l'assujettissement de ces établissements à la loi du 12 juin 1893, nous vous proposons de reproduire, à la suite de la nomenclature des établissements soumis à la loi, la disposition finale de la nomenclature des établissements soumis à la loi du 2 novembre 1892. (Exposé des motifs, Chambre des députés, n° 2873, 16 janvier 1902.)

» L'Etat, les départements, les communes, doivent donner l'exemple et assurer, sur tous les chantiers et dans tous les établissements publics, le respect le plus scrupuleux des règles de l'hygiène et de la protection sanitaire des travailleurs. Les découvertes de la science moderne augmenteraient à cet égard les responsabilités des pouvoirs publics qui, dans la lutte contre les maladies évitables et notamment contre la tuberculose meurtrière, ont le devoir d'être au premier rang et de ne négliger aucune des règles de la santé publique. (Rapport de M. Strauss au nom de la commission du Sénat, n° 101, du 3 mars 1902.)

» Quant aux établissements de l'Etat, le projet de loi pose nettement le principe de leur assujettissement aux mesures d'hygiène et de sécurité édictées par les lois et les règlements ; en outre, il règle, par des dispositions légales, certaines difficultés bien connues de ceux qui lisent les rapports annuels des inspecteurs du travail. Il eût été impossible, en effet, dans l'application, de ne point tenir compte de ces difficultés ; l'exposé des motifs rédigé par le gouvernement en réservait d'ailleurs la solution à des accords interministériels. Le projet qui vous est soumis prévoit, pour son application, des règlements d'administration publique relatifs, les uns à la détermination des établissements où l'intérêt de la défense nationale s'opposerait à l'entrée des inspecteurs, les autres aux formalités à substituer à

la mise en demeure et aux opérations consécutives pour tous les établissements de l'Etat. » (Rapport de M. Lucien Cornet au nom de la commission de la Chambre des députés, n° 1144, 2 juillet 1903.)

Des instructions ultérieures vous feront connaître la liste des établissements de la guerre et de la marine qui échappent au contrôle du service. En attendant la publication du décret qui doit fixer cette nomenclature et pour éviter toute difficulté, vous n'aurez aucune modification à apporter sur ce point à vos pratiques antérieures.

Vous serez également informé des formalités auxquelles un décret subordonnera votre contrôle dans les autres établissements de l'Etat.

.....

N° 359.

DÉCRET DU 11 NOVEMBRE 1903

relatif au calcul de l'ancienneté dans les établissements industriels de l'État.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre des Finances,

Vu l'article 80 de la loi de finances du 30 mars 1902, ainsi conçu :

« Un décret rendu dans la forme des règlements d'administration publique déterminera les conditions générales dans lesquelles il sera tenu compte aux agents et sous-agents de toutes les administrations de l'Etat, aux employés et ouvriers des établissements industriels de l'Etat, dans le calcul de l'ancienneté exigée pour l'avancement, des services militaires qu'ils ont accomplis après comme avant leur entrée dans les cadres.

» Ce règlement devra intervenir dans le délai d'une année à dater de la promulgation de la présente loi. »

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Le temps passé sous les drapeaux, pour l'accomplissement du service militaire, par les agents et sous-agents des administrations de l'État ainsi que par les employés et ouvriers des établissements industriels de l'État, soit avant, soit après leur admission dans les cadres, est compté pour l'avancement dans la proportion de la moitié de sa durée lorsqu'il est fait état de l'ancienneté de services.

Toutefois, les services militaires antérieurs ne sont comptés que

si l'admission dans les cadres a été demandée pendant l'année qui a suivi la libération de l'ancien militaire, ou si le candidat s'est présenté au premier concours ouvert après l'expiration de ladite année.

ART. 2. — Lorsque l'ancien militaire a accompli, en vertu d'un engagement volontaire, d'un rengagement ou d'une commission, une durée de services excédant le temps passé sous les drapeaux par la classe qui a été appelée l'année de son incorporation, ou lorsqu'il a été retenu au corps, par suite de mesures disciplinaires, après le temps réglementaire, il n'est pas fait état de ce service supplémentaire.

En aucun cas, il n'est tenu compte des services militaires déjà rémunérés par une pension.

ART. 3. — Le temps supplémentaire à compter, en vertu du présent décret, pour la détermination du rang d'ancienneté en vue des diverses promotions, est réparti entre ces promotions, suivant les règles déterminées par arrêté ministériel, à raison de 6 mois au maximum par promotion.

Le temps de service effectif nécessaire pour chaque promotion ne peut, en aucun cas, être réduit de plus d'un tiers.

ART. 4. — Dans les administrations et les établissements où l'application des dispositions qui précèdent aurait pour effet d'augmenter le nombre des promotions attribuées à l'ancienneté, il ne sera pourvu à ces augmentations que dans la limite des disponibilités budgétaires.

ART. 5. — Dans le cas où, pour l'avancement du personnel d'une administration ou d'un établissement de l'État, le temps de service militaire est actuellement compté pour plus de moitié, les agents, sous-agents, employés et ouvriers en fonctions, comme titulaires d'emplois, au moment de la promulgation du présent décret, demeurent régis par la réglementation en vigueur.

ART. 6. — Des arrêtés ministériels régleront les détails d'application de toutes les mesures nécessaires à l'exécution des dispositions qui précèdent, et spécialement les conditions et limites dans lesquelles seront comptés les services militaires antérieurs à la promulgation du présent décret.

ART. 7. — Il n'est pas dérogé aux décrets ou règlements concernant le mode d'avancement du personnel.

ART. 8. — Sont abrogés tous les décrets et règlements antérieurs en ce qu'ils ont de contraire aux dispositions qui précèdent.

ART. 9. — Le Ministre des Finances et tous les autres Ministres, chacun en ce qui le concerne, sont chargés de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 11 novembre 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République,

Le Ministre des Finances,
ROUVIER.

Le Garde des Sceaux, Ministre de la Justice,
E. VALLÉ.

Le Ministre des Affaires étrangères,
DELCASSÉ.

Le Président du Conseil,
Ministre de l'Intérieur et des Cultes,
E. COMBES.

Le Ministre de la Guerre,
Gal L. ANDRÉ.

Le Ministre de la Marine,
C. PELLETAN.

Le Ministre de l'Instruction publique
et des Beaux-Arts,
J. CHAUMIÉ.

Le Ministre des Travaux publics,
E. MARUÉJOULS.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie,
des Postes et des Télégraphes,
GEORGES TROUILLOT.

Le Ministre de l'Agriculture,
LÉON MOUGEOT.

Le Ministre des Colonies,
GASTON DOUMERGUE.

N° 360.

RAPPORT ADRESSÉ AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE

par le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, sur l'application de la loi du 12 juin 1903 concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

(Extrait.)

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur de vous adresser le résumé des communications qui m'ont été adressées par le Service de l'inspection du travail, sur l'application de la loi du 12 juin 1893, pendant l'année écoulée. Je me suis conformé, pour le plan du présent rapport, aux indications de l'art. 10 de la loi qui prescrit d'examiner successivement, sur les circonstances de l'application de cette loi, les accidents dont les ouvriers auront été victimes et leurs causes, ainsi que les améliorations dont paraîtrait susceptible la législation en vigueur.

J'examinerai également quelques-unes des conséquences de l'importante extension apportée au champ d'application de la loi de 1893 par la loi du 11 juillet 1903 qui vise l'hygiène et la sécurité des employés de commerce et d'administration, en faveur desquels le législateur n'était encore intervenu que pour prescrire l'emploi de sièges dans les magasins où est employé un personnel féminin.

CHAPITRE PREMIER.

APPLICATION DE LA LÉGISLATION EXISTANTE.

Pour obtenir une amélioration progressive et méthodique dans la salubrité comme dans la sécurité des ateliers, les inspecteurs du travail doivent acquérir une connaissance de plus en plus approfondie des conditions du travail mécanique et des règles de l'hygiène. C'est, en effet, autant par la persuasion et par l'ascendant dû à leur compétence que par les moyens de coercition dont ils disposent, qu'ils pourront faire adopter partout les installations offrant les meilleures garanties.

A ce point de vue je suis heureux de constater que les conseils des inspecteurs sont généralement bien accueillis, et que bien souvent les industriels n'ont point reculé devant des dépenses considérables pour s'y conformer. Quelques-uns ont d'eux-mêmes consulté le Service au moment de l'installation d'usines neuves ou d'ateliers en reconstruction, estimant avec raison que c'est à l'occasion du renouvellement de l'outillage industriel que la connaissance des plus récents progrès peut avoir l'effet le plus salutaire, tout en provoquant la moindre dépense.

Un inspecteur de Paris s'exprime ainsi à ce sujet : « Il serait à souhaiter qu'une disposition de la loi interdît à un industriel d'installer une nouvelle

usine, rentrant dans la catégorie de celles de l'art. 6, sans l'avis du Service compétent, car, dans l'état actuel, nous ne pouvons pénétrer de droit dans une usine que quand il y a production, travail effectif en un mot, de l'industrie qui doit y être exercée. »

Toutefois, si les progrès accomplis en ce qui concerne la sécurité sont particulièrement importants, il ne faut point se dissimuler que le Service éprouve moins de facilités pour garantir l'hygiène des travailleurs. De précédents rapports ont fait ressortir à cet égard une moindre bonne volonté de la part des industriels dont la plupart sont moins frappés de la nécessité primordiale des mesures de salubrité que de la dépense parfois élevée, il est vrai, qu'elles occasionnent.

Il faut noter également l'indifférence, trop fréquemment observée de l'ouvrier, vis-à-vis des mesures d'hygiène, et même parfois vis-à-vis des mesures de sécurité.

Les inspecteurs signalent toujours la résistance des ouvriers à se servir des appareils de protection. L'inspecteur d'Agen s'exprime ainsi à ce sujet : « Il existe maintenant dans les industries mécaniques des appareils simples, pratiques et qui offrent une sécurité satisfaisante; aussi les industriels n'hésitent plus à les adopter. Malheureusement les ouvriers sont opposés bien souvent à l'emploi de ces protecteurs. » Le même inspecteur signale cependant un fait très caractéristique : ayant imposé, pour une dégauchisseuse, un appareil de protection dont l'ouvrier refusait de se servir, il avait informé le patron qu'il lui dresserait procès-verbal si la machine travaillait sans être protégée. A la suite d'une contre-visite, le même ouvrier lui affirma que, dans des cas tout à fait exceptionnels, il était obligé de retirer l'appareil, mais qu'il le replaçait immédiatement, car, depuis qu'il y était habitué, la machine lui faisait peur lorsqu'elle en était dépourvue.

Il s'agit dans ce qui précède d'appareils protégeant les machines-outils; la résistance est plus grande encore lorsque les appareils protecteurs doivent être portés par les ouvriers eux-mêmes : embouts, gants, couvre-nuques, lunettes, etc.

En ce qui concerne spécialement l'hygiène, ce qui rend souvent difficile la tâche des inspecteurs, c'est l'imprécision des renseignements qu'ils peuvent recueillir sur les maladies ou intoxications professionnelles dont la cause n'est pas facilement révélée, surtout dans les petits ateliers, les plus insalubres pourtant, où le nombre restreint des cas ne permet pas de faire des comparaisons utiles. Je vous ferai connaître, au cours de ce rapport, les efforts qui ont été faits et les améliorations projetées en vue de remédier à cette imperfection de l'organisation actuelle.

La loi du 12 juin 1893 a été complétée par des règlements d'administration publique qui ont, soit précisé ses dispositions d'ordre général (décret du 10 mars 1894), soit spécifié des mesures particulières à certaines

industries (céruse, vert de Schweinfurt, pompage dans la poterie d'étain). J'aborderai successivement l'étude de ces questions en suivant le plan méthodique adopté dans le décret de 1894. J'examinerai ensuite la réglementation spéciale à certaines industries.

a. Décret du 10 mars 1894.

ARTICLE PREMIER. — *Propreté des ateliers.* — L'application des prescriptions de cet article, concernant le nettoyage journalier des ateliers, ne rencontre généralement de difficultés que dans la petite industrie où l'encombrement des locaux rend la mise en état de propreté plus difficile. Les inspecteurs signalent que chez certains industriels, parmi lesquels les fabricants de chaussures, sabotiers, galochiers, menuisiers, etc., les débris de la fabrication s'accumulent et finissent par devenir très encombrants. Le nombre considérable des mises en demeure faites en 1902 (901) indique le soin tout particulier que le service apporte à remédier à cette cause d'insalubrité.

Malgré tout, il n'est pas toujours facile, même dans les établissements tenus avec propreté, d'obtenir que le nettoyage soit fait suivant les prescriptions de l'article, hors de la présence des ouvriers et à l'aide de linges ou de brosses humides.

La plupart des industriels font nettoyer le sol des ateliers à l'aide du balai, après arrosage. Ils donnent comme raison que le lavage, tel qu'il est prescrit par le décret, favorise les maladies causées par l'humidité; certains font entrer en ligne de compte la détérioration possible des matières premières ou des marchandises.

On peut cependant tirer des exceptions à cette manière d'opérer : c'est ainsi qu'une importante maison de ganterie de Grenoble fait procéder depuis un an au lavage de chaque atelier, plancher, tables, chaises, trois fois par semaine. Ce lavage est pratiqué à l'aide de linges très légèrement mouillés, afin de ne pas entretenir l'humidité. De cette façon la poussière est à peu près complètement supprimée, et le travail des gants blancs comme celui des gants de couleur, s'opérant dans des conditions exceptionnelles de propreté, le nettoyage secondaire des gants n'est plus nécessaire.

Le directeur de cette maison a pu constater de ce fait une économie sérieuse, en même temps qu'il obtenait tous les avantages attachés à l'absence, dans les ateliers où sont occupées de très nombreuses jeunes filles ou femmes, de toutes poussières et par conséquent de tous les microorganismes auxquels la poussière sert de véhicule. Pour compléter cette mesure essentiellement hygiénique, la maison dont il s'agit a fait installer dans toutes les salles des crachoirs antiseptiques dont les ouvrières se servent sans la moindre répugnance. L'état sanitaire de cette fabrique, qui occupe 300 personnes, est signalé comme exceptionnel; les jours de

chômage pour maladie y sont rares, aussi bien chez les jeunes filles que chez les hommes.

La même méthode de nettoyage est également pratiquée chez quelques tisseurs de soieries.

L'inspecteur du Mans signale des essais fort intéressants de nettoyage hygiénique, effectués dans les ateliers de l'école pratique d'industrie de cette ville :

« Les essais consistent dans l'emploi d'un simple arrosoir imaginé récemment par un constructeur du Mans. Cet appareil permet d'arroser toute une surface sans jamais y produire de flaques d'eau qui forment de la boue avec la poussière du sol, et sans laisser, d'autre part, d'espaces non humidifiés.

» L'appareil se prête admirablement à l'épandage d'eau antiseptique au moment de l'arrosage, et permet, par son mode de distribution du liquide. de compter sur l'efficacité de la désinfection. Cet appareil, fort simple, donne des résultats aussi satisfaisants que possible sans qu'aucun inconvénient ait encore été reconnu. »

Il est à désirer que le nettoyage soit fait au moins 1 heure avant l'entrée des ouvriers, de manière à ce que les poussières qui pourraient se dégager malgré tout puissent retomber sur le sol. L'inspecteur divisionnaire de la 6e circonscription (Rouen) décrit ainsi une organisation adoptée dans certains tissages : « Avant chaque sortie, l'ouvrier pousse les débris de sa fabrication jusqu'à l'allée la plus voisine, où ils sont amoncelés. Dès que les salles ont été évacuées, une équipe d'ouvriers balayeurs arrosent les allées, les balayent et enlèvent tous les résidus inutilisables. Certains directeurs ont même demandé à leurs ouvriers de ramasser à la main, pendant le travail, tous les déchets susceptibles d'être passés à l'effilocheuse. Cette mesure aurait, paraît-il, pour effet d'empêcher les ouvriers de cracher par terre, et, par suite, de supprimer un danger de contagion tuberculeuse.

Depuis quelque temps, dans un grand nombre d'ateliers de l'industrie textile, à Lille, Roubaix et Tourcoing, non seulement le sol est nettoyé à fond tous les jours après l'arrêt du travail, mais les murs sont fréquemment badigeonnés au lait de chaux. L'inspecteur de Roubaix signale qu'un appareil très simple est employé à cet effet : une pompe montée sur un récipient contenant le lait de chaux imprime au liquide la pression voulue; à l'aide d'un tuyau en caoutchouc on dirige le jet sur le mur à badigeonner.

Les inspecteurs constatent qu'en général les logements affectés au personnel ouvrier sont plus mal tenus que les locaux du travail.

Dans les dortoirs industriels, l'hygiène laisse le plus souvent beaucoup à désirer. Tels qu'ils sont actuellement, ces dortoirs ouvriers présentent de réels dangers de transmission de la tuberculose et des autres maladies contagieuses, tant par leur encombrement que par la pratique du couchage à

deux. L'inspecteur divisionnaire de la 10e circonscription (Marseille) s'exprime ainsi à ce sujet : « Dans le sud-est de la France, où s'exercent les industries de la filature, du moulinage et du tissage de la soie, plus de 30000 ouvrières subissent les conséquences funestes des mauvaises conditions d'hygiène des dortoirs existants; pour la 10e circonscription, ce nombre est de 20000.

« En ce qui concerne le couchage notamment, nous avons pu faire relever, en 1902, les statistiques suivantes pour la circonscription :

» Ouvrières logées dans les établissements : 20000 se décomposant ainsi :

» Ouvrières ayant des lits individuels, 4000;

» Ouvrières couchant deux par lit, 16000.

» Cette situation ne s'améliore que fort lentement. Les conséquences funestes du défaut de règlement sur ce point s'affirment chaque jour. Nous avons constaté cette année que des usiniers avaient acheté un matériel neuf dont les lits étaient à deux places, et ce, malgré les conseils du service leur donnant à entendre que sous peu le couchage unique pourrait être exigé. Ces faits nous permettent de penser que, si un règlement clair, formel et précis n'intervient pas. dans 20 ans les conditions hygiéniques de ces dépendances seront à peu près les mêmes qu'elles sont aujourd'hui. »

ART. 2. — *Matières putrescibles.* — De même que pour le nettoyage des ateliers, c'est dans la petite industrie qu'il est le plus difficile de faire effectuer l'imperméabilisation du sol et le lavage antiseptique dans les locaux où l'on travaille des matières organiques altérables. Le service a néanmoins obtenu des progrès très sensibles; il est d'ailleurs secondé dans cette tâche par l'application de la réglementation des établissements dangereux, incommodes et insalubres.

ART. 3. — *Émanations insalubres. — Gaz délétères.* — Il est parfois difficile de procéder à temps à des mises en demeure d'évacuer les gaz délétères des endroits où les ouvriers sont appelés à travailler, car les travaux de cette nature présentent souvent un caractère d'extrême urgence, ou constituent des opérations temporaires, tels que vidange, nettoyage de gazomètre, etc. Le service de l'inspection n'est pas toujours informé en temps utile des dangers courus par les ouvriers.

L'inspecteur de Caen signale cependant d'utiles mises en demeure dressées en vertu de cet article dans des cidreries de sa section.

ART. 4. — *Cabinets d'aisance.* — Le décret du 6 août 1902 a remplacé les dispositions primitives du décret de 1894, prescrivant l'emploi d'un siphon dans le tuyau de chute, par l'indication d'ordre plus général que les cabinets d'aisance devront être « aménagés de manière à ne dégager aucune odeur ». Cette modification a rendu plus facile l'application des mesures d'hygiène en laissant aux intéressés le choix des transformations

à effectuer dans les procédés d'évacuation suivant les moyens dont peuvent disposer les établissements industriels. Le nouveau texte, grâce à sa généralité, permet, en outre, de prescrire l'aération des cabinets d'aisance.

Le service a obtenu également d'importantes améliorations au point de vue de la suppression de la communication directe des cabinets d'aisance avec les ateliers. Partout où la disposition des bâtiments ne permettait pas de faire mieux, l'interposition d'un tambour aéré a été exigée.

A ce point de vue encore, c'est au moment des créations ou transformations d'usines que le service peut le plus utilement intervenir.

ART. 5. — *Cube d'air. Chauffage des ateliers.* — Trop souvent encore, les inspecteurs rencontrent dans les ateliers de certaines industries : la couture, les fleurs et plumes, l'horlogerie, un nombre d'ouvriers et d'ouvrières trop grand pour qu'il soit réservé à chacun d'eux le cube d'air de 6^{m} exigé par le règlement. La plupart du temps cet encombrement est dû à une augmentation momentanée du personnel, dans une époque de surproduction. En général, une simple observation suffit pour faire cesser cet état de choses; le patron déplace une partie du personnel. Néanmoins, quarante-six contraventions ont été relevées de ce fait pendant l'année.

Pour faciliter le contrôle, souvent assez long, du cube d'air réservé à chaque ouvrier, j'ai soumis au comité consultatif d'hygiène publique de France un projet d'adjonction, ainsi conçu, à l'art. 5 du décret de 1894 :

« Un avis, affiché dans chaque atelier, indiquera le nombre des personnes qui peuvent y être occupées en vertu des dispositions du paragraphe 1er de cet article. »

Cette disposition est la reproduction d'un article de la réglementation anglaise.

Le même projet de décret reporte à l'art. 9, dans un but d'unification, les dispositions de l'art. 5 et celles de l'art. 6 concernant l'aération générale des ateliers.

Il faut reconnaître que c'est parfois de la part des ouvriers eux-mêmes que le service rencontre une certaine résistance pour assurer l'aération. Mais on doit également avouer que certaines installations faites par les industriels sont des plus rudimentaires, créent des courants d'air et l'on comprend le peu d'empressement des ouvriers à en faire usage.

Le service éprouve, en général, moins de difficultés pour assurer le chauffage des ateliers, soit à l'aide de poêles ou de cheminées, dans la petite industrie, soit à l'aide de calorifères ou de circulation d'eau chaude dans les usines importantes et bien outillées.

Il a fallu, dans certains cas, intervenir pour empêcher le surchauffage de quelques ateliers de mode ou de couture, surtout lorsque, la nuit venue, de nombreux becs de gaz y sont allumés.

Dans les établissements où l'on travaille des matières inflammables, certains patrons préfèrent un chômage momentané pendant les grands froids aux dépenses que leur occasionnerait l'installation d'un mode de chauffage sans danger.

L'inspecteur d'Angers signale le cas d'une fabrique de balais où l'industriel s'est retranché derrière les réserves stipulées par sa compagnie d'assurances contre l'incendie, qui lui interdisent d'installer un appareil de chauffage dans l'atelier même de fabrication. Toutefois, il a installé un appareil dans une pièce voisine où les ouvriers peuvent se chauffer.

Certaines difficultés ont été soulevées par l'application de mises en demeure prescrivant la suppression des braseros dans de vastes ateliers de construction mécanique, installés dans de grands halls munis de lanterneaux. J'ai provoqué l'avis du comité consultatif des arts et manufactures sur la question de savoir si ces ateliers devaient être considérés, au point de vue réglementaire, comme des locaux fermés. Le comité a considéré que les braseros constituaient « une véritable fabrique d'oxyde de carbone » et que l'évacuation des gaz délétères produits en grande quantité et plus lourds que l'air n'était suffisamment assurée ni par l'ouverture constante des portes, ni par des lanterneaux placés à la partie supérieure du local. Il a, en conséquence, été prescrit au service de prohiber l'emploi de braseros dans tout local fermé affecté au travail.

Quant aux impossibilités alléguées par quelques industriels d'installer des appareils de chauffage avec évacuation des gaz au moyen de tuyaux, en raison de l'agencement de leurs ateliers comportant des ponts mobiles, des grues ou des palans, etc., l'expérience a montré que l'on pouvait presque toujours placer les tuyaux de façon à ne point gêner les mouvements des pièces mobiles.

Il n'a pas paru possible de déterminer dans le décret même la température qui devait être atteinte dans les ateliers, la même température pouvant être trop forte pour un ouvrier qui se livre à une grande dépense musculaire, et trop faible pour un autre qui n'accomplit qu'un travail sédentaire ne donnant lieu à aucun effort physique.

En ce qui concerne l'éclairage, c'est la plupart du temps sur l'éclairage des dépendances, escaliers, couloirs, etc., qu'a dû se porter l'effort des inspecteurs, les nécessités industrielles rendant presque toujours leur intervention superflue dans les locaux réservés au travail.

L'inspecteur de Beauvais rend compte d'une intéressante installation d'éclairage par réflexion dans un tissage mécanique d'étoffes de fantaisie : « Ce mode, dit-il, est déjà connu, mais il est rarement employé dans l'industrie. La raison de son adoption a été la nécessité de conserver aux différentes teintes leur vraie couleur, et l'on a reconnu que ce résultat était ainsi parfaitement acquis. On réalise cet éclairage à l'aide de régulateurs à

arc, sous lesquels on place le réflecteur concave et de section parabolique. Les avantages incontestables qui ont été réalisés sont un éclairage de même intensité en tous les points de la salle et la suppression complète des ombres projetées. La lumière est douce et pourtant très intense. La vue ne peut pas se fatiguer à rapprocher les nuances pour les assortir et, en même temps, l'ouvrier travaille avec toute la sûreté nécessaire pour arriver au résultat voulu, puisque cette lumière donne aux couleurs leur vraie nuance sans les dénaturer, comme en plein jour. »

ART. 6 et 7. — *Poussières. — Buées. — Gaz.*

Poussières. — Les ouvriers peuvent être protégés contre le dégagement des poussières au moyen de divers procédés : traitement des produits à l'état humide, clôture des appareils, ventilation. La ventilation, lorsqu'il s'agit de poussières, doit être en principe localisée au point de production, la ventilation générale ne faisant que disperser les poussières dans l'atmosphère de l'atelier.

Les inspecteurs sont unanimes à constater que l'évacuation des poussières par la ventilation ne peut souvent être effectuée qu'à l'aide d'une modification profonde du matériel existant. Cette modification nécessite toujours une sérieuse dépense de la part de l'industriel. Lorsqu'il s'agit, par exemple, de hottes et cheminées d'appel ou de conduite de ventilation *per descensum*, les tuyaux d'aspiration doivent, parfois, traverser l'étage supérieur ou l'étage inférieur, dont la disposition ne se prête pas toujours à cette installation.

Il arrive très fréquemment aussi que les industriels ne disposent pas d'une force motrice suffisante, toute la puissance du moteur étant utilisée pour la production industrielle. On se trouve alors en face de la nécessité d'installer un nouveau moteur, parfois même un nouveau générateur de vapeur.

« Dans les usines de chaux et de ciment de ma région, dit l'inspecteur de Castres, une heureuse transformation s'est produite ; trois grandes usines ont supprimé les moteurs à vapeur et fait appel à l'énergie électrique que leur fournit en abondance une station nouvelle du voisinage. Cet excédent de force disponible permet de réaliser l'amélioration demandée. »

Il arrive souvent aussi qu'un industriel n'obtient pas les résultats correspondants à la dépense consentie, par la faute des installateurs, qui n'étudient pas d'assez près les problèmes à résoudre ; aussi le service s'est-il efforcé de donner aux intéressés tous les renseignements sur les installations similaires ayant réussi, pour éviter des échecs qui seraient de nature à décourager des efforts souvent tentés avec empressement.

Nombre d'industriels ont été les premiers à se féliciter d'avoir été mis en demeure de faire des installations, parfois coûteuses, de ventilateurs

dont ils contestaient tout d'abord l'utilité pratique. Dans beaucoup d'industries, les poussières dégagées sont constituées par le produit lui-même; dans d'autres industries elles vicient le produit et usent les organes des machines; dans ces deux cas il y a un bénéfice commercial, soit à les recueillir, soit à les évacuer. D'autre part, le rendement du travail s'accroît dans un air plus sain.

Les rapports des inspecteurs citent de nombreux exemples des avantages retirés par les industriels qui ont obéi aux prescriptions du service.

L'enlèvement des poussières, dans la trituration des ocres, a reçu, en 1902, une nouvelle solution qu'il est intéressant de faire connaître.

Dans une usine de la circonscription de Marseille, l'ocre lavée est prise dans les magasins, en mottes, et transportée aux appareils de pulvérisation entourés d'encoffrements métalliques très bien établis. Le produit trituré tombe dans des silos où le prennent des chaînes à godets qui le conduisent dans des vis sans fin de distribution, placées dans des conduites fermées. Ces diverses opérations mécaniques, exécutées sans l'intervention de l'ouvrier, amènent l'ocre dans les bluteries. Les gruaux des bluteries retournent aux meules, tandis que l'ocre tamisée est amenée à l'aide de manches aux appareils d'embarillage. Cette dernière opération se fait mécaniquement.

Malgré ces précautions, l'air chargé de poussières qui se trouve dans les appareils de trituration, vivement agité, trouvait encore une issue. En tombant dans les bluteries, l'ocre entraînait une certaine quantité d'air qui exerçait une pression sur l'air de ces bluteries. Quoique très faible, cette pression permettait à l'air chargé de poussières de s'échapper par les joints. On est arrivé à canaliser ces fuites au moyen d'une ventilation aspirante qui produit une légère dépression dans les appareils et dans l'ensemble des conduites. L'air chargé de poussières, entraîné par cette ventilation, est envoyé dans une chambre où elles se déposent, donnant un produit de qualité supérieure : l'ocre extra fine.

Dans une fabrique de peignes en ivoire, on est parvenu à débarrasser entièrement les salles de travail des poussières, en débitant et en sciant les plaques d'ivoire par voie humide, en établissant une aspiration mécanique auprès des meules et des machines à tailler. On a ainsi réalisé l'assainissement, tout en obtenant en même temps la propreté complète, une moindre usure des organes mécaniques, une économie dans le graissage et, enfin, on a tiré profit des poussières qui sont vendues pour la fabrication des couleurs.

Dans une fabrique de schappe, à la suite d'une mise en demeure exigeant l'évacuation des poussières et des gaz méphitiques, l'industriel a étudié les moyens de donner satisfaction à cette injonction et il paraît y être parvenu en pratiquant, dans les tubes destinés à la monture des axes de laminage,

de petites ouvertures de 2^{mm} à 3^{mm}. Tous ces tubes creux ont été reliés à un tube collecteur qui communique lui-même avec une conduite centrale aboutissant à un ventilateur aspirant. Les poussières sont ainsi aspirées sur les broches elles-mêmes et entraînées dans le conduit collecteur. On aurait, en outre, obtenu du même coup un autre résultat auquel on ne s'attendait pas, c'est d'avoir un travail suffisamment bien fait pour s'en tenir à un seul laminage et à un seul gazage, tandis que deux opérations semblables devaient être pratiquées jusqu'alors.

Dans les fabriques de ciment où les meules ont été remplacées par des broyeurs à boulets, les poussières étant entièrement captées, les conditions d'hygiène du travail se sont grandement améliorées. La dépense effectuée, quoique assez élevée, paraît devoir être récupérée dans un temps assez court. L'inspecteur d'Avesnes dit à ce sujet que, dans une fabrique de sa section, une dépense de 2000^{fr} a été faite pour cet objet et que, depuis, 100^{kg} de poussières représentant une valeur de $2^{fr},50$, sont recueillis chaque jour.

Il est incontestable, en effet, que de réels progrès ont été accomplis en ce qui concerne l'évacuation des poussières de chaux et de ciment; de sorte que la question peut être considérée comme résolue en principe; seules subsistent les difficultés d'application aux installations existantes.

L'inspecteur divisionnaire de la 10^{e} circonscription (Marseille) s'exprime ainsi à ce sujet :

« Dans les fabriques de chaux et de ciment, il se produit toujours d'abondantes poussières aux broyeurs, dans les bluteries et à l'ensachage. A la suite de mises en demeure et de pressantes démarches du service, une importante usine de la région de Marseille a tenté partiellement l'élimination des poussières par aspiration mécanique. La direction de cet établissement a complété son installation de broyeurs, de bluteurs et de tubes finisseurs, par l'adjonction d'une batterie de filtres d'un système nouveau.

» Ce système consiste à filtrer l'air poussiéreux à travers des sacs formés d'un tissu spécial, de manière que la poussière soit retenue à l'intérieur du sac et renvoyée ensuite à l'appareil d'où elle provient, l'air dépoussiéré étant rejeté au dehors par le ventilateur.

» Le cadre de ce rapport ne nous permettant pas de donner une figure schématique de l'appareil avec notes spéciales, nous nous contenterons de dire qu'il présente un caractère d'autant plus ingénieux qu'il a pour but : 1° d'empêcher toute sortie de poussières des appareils; 2° de ramener toujours à ces appareils la poussière recueillie dans les sacs filtrants.

» Les résultats obtenus avec cet appareil sont satisfaisants. Nous ferons cependant remarquer que si la disparition des poussières n'est pas complète dans cette usine, néanmoins les dégagements de poussières ont été consi-

dérablement diminués, ce qui constitue une amélioration incontestable.

» Ce résultat obtenu, des mises en demeure ont été faites dans les diverses usines similaires de la circonscription, avec délai de dix-huit mois, à l'effet de munir les broyeurs, moulins, bluteurs, poche d'ensachage, etc., de dispositifs assurant l'évacuation des poussières.

» Le service a remarqué que dans quelques fabriques de chaux et de ciment, les tuyaux qui amènent la matière du concasseur aux moulins débouchent généralement à une trop grande distance de l'enveloppe des meules. Pour éviter le dégagement d'une partie de la poussière provenant de cette défectuosité, nous avons prescrit l'établissement de la bouche du tuyau au niveau de la meule supérieure. Nous avons également demandé, pour éviter des dégagements de poussières, que l'on recouvrît à la sortie de l'enveloppe des meules les tuyaux qui amènent le ciment broyé aux élévateurs. »

La ventilation des meules, des fraiseuses, des broyeurs et de tous autres appareils producteurs de poussière a été l'une des grandes préoccupations du service au cours de cette année. Elle existe maintenant dans un grand nombre de fabriques de boutons d'os et de nacre, de fabriques de peignes en corne et en celluloïd.

Dans ces industries, les meules, les fraiseuses ont été disposées sur une même ligne et placées en face d'une buse aspirante ou hotte d'aspiration communiquant par des tuyaux à la conduite maîtresse du ventilateur aspirant. Les poussières ainsi entraînées se déposent dans des chambres collectives ou bien sont simplement expulsées au dehors.

Quatre fabriques de coutellerie de Thiers ont ventilé leurs meules d'émeri et une cinquième va suivre cet exemple. Parmi les systèmes adoptés, il y a lieu de citer celui qu'a imaginé un coutelier de cette localité. Au lieu de produire une ventilation aspirante, qui a l'inconvénient de transporter les poussières vers le ventilateur placé dans l'atelier, il établit une ventilation soufflante dans un canal collecteur. Une extrémité de ce collecteur débouche sur le ventilateur et l'autre, légèrement inclinée, débouche à l'extrémité de l'atelier. Les enveloppes des meules se prolongent à leurs parties inférieures par des conduits coniques dont la partie la plus étroite vient finir dans l'axe du collecteur.

Dans les ateliers d'ébarbage et de polissage des métaux, l'inspecteur de Creil a mis en demeure les industriels de faire évacuer, à l'extérieur des ateliers, les poussières dégagées par ces opérations. Il est reconnu en effet que l'introduction dans les voies respiratoires de particules métalliques occasionne des lésions qui favorisent l'éclosion et la marche de la tuberculose.

Dans la salle de polissage d'une fabrique de bicyclettes du Doubs, chaque

polissoir est entouré d'une gaine par laquelle un courant d'air entraîne avec lui toutes les odeurs et poussières développées par le travail. En raison de l'importance de cet atelier, il n'a pas fallu moins de deux ventilateurs de 40 chevaux pour arriver à ce résultat. On avait tenté en vain de l'obtenir jusque-là par divers moyens successivement abandonnés.

Des résultats du même genre et très satisfaisants sont à noter dans des fonderies de cuivre, dans des fabriques d'horlogerie, dans des fonderies de fer, dans des fabriques de quincaillerie, dans des ateliers de cardage de ouate, dans des tourneries de bois, etc.

C'est ainsi que, dans une importante tonnellerie mécanique du département du Gard, il a été pris, en 1902, à la suite d'une mise en demeure de l'inspecteur, des mesures qu'il est intéressant de signaler :

Douze machines-outils à travailler le bois et produisant des poussières et des copeaux fins, ont été munies d'appareils de ventilation aspirante qui captent les poussières dès leur production et les entraînent dans une chambre à poussières.

Chaque outil est entouré, près de la partie travaillante, d'une sorte de capote en tôle mise en communication, au moyen d'une conduite spéciale en tôle galvanisée, avec des caniveaux souterrains et une conduite générale d'aspiration.

Les poussières en suspension dans l'atmosphère sont insignifiantes, et tous les résidus de la fabrication sont rejetés énergiquement dans la chambre à poussières. Une porte munie d'une vanne en tôle ouvrant dans la salle du générateur de vapeur permet de brûler ces résidus au fur et à mesure de leur accumulation.

Sur une force motrice disponible de 120 chevaux, cette ventilation en absorbe 25.

Des installations satisfaisantes ont été réalisées en ce qui concerne la ventilation des scies circulaires, des dégauchisseuses, raboteuses, doleuses, joigneuses, javeleuses ou arrondisseuses de fonds.

L'évacuation des poussières dans l'industrie textile a fait l'objet d'un grand nombre de mises en demeure. On l'a surtout réclamée pour les gratteuses de tissus et les effilocheuses de chiffons.

Dans les fabriques de drap renaissance, l'effilochage des vieilles laines se fait fréquemment après que les chiffons ont été lavés et lessivés; ils sont encore mouillés quand on les effiloche, et l'opération ne produit pas de poussières; il n'en est pas de même en ce qui concerne le battage; cette opération a donc nécessité d'assez nombreuses mises en demeure.

Dans des effilochages de coton, des ventilateurs ont été établis, mais ces installations laissent à désirer et il y aura lieu d'y apporter des modifications.

Plusieurs mises en demeure visant les salles de triage des chiffons dans des papeteries ont été également signifiées. Ce triage est ordinairement effectué par des femmes âgées; il s'accompagne d'opérations diverses : enlèvement des boutons, des agrafes, des boutonnières, etc., pratiquées avec une faulx placée devant l'ouvrière; ces opérations développent une assez grande quantité de poussières ; les plus lourdes tombent et passent à travers les mailles d'une grille métallique qui constitue la table même de travail; les plus légères se répandent dans l'atmosphère et se déposent un peu partout, notamment sur les ouvrières elles-mêmes qui ont bien soin de recouvrir leurs cheveux d'un foulard. Ce travail est essentiellement insalubre; aussi un grand nombre d'industriels recherchent-ils depuis longtemps le moyen d'évacuer les poussières; quelques-uns même n'ont pas attendu l'intervention du service. On a essayé la ventilation générale. Ce système de ventilation produisant un grand courant d'air, gênait beaucoup plus les ouvrières qu'il n'était favorable à l'expulsion des poussières. Quelques industriels ont déjà réalisé la ventilation locale par aspiration. Le résultat obtenu est tout à fait satisfaisant et la dépense, en réalité, peu importante : il suffit d'installer une conduite centrale d'aspiration sur laquelle se branchent les conduites secondaires aboutissant à chaque lame de faulx; l'appel est réglé par une palette; les poussières dégagées lors du coupage du chiffon sont emportées par le courant et ne se dégagent plus dans l'air que respire l'ouvrière.

Pour rendre cet enlèvement parfait, il reste encore à aspirer les poussières dégagées pendant que l'ouvrière choisit les chiffons à déchiqueter. Ces chiffons sont placés à côté d'elle, dans des caisses; c'est également dans des caisses que sont jetés les chiffons déchiquetés. Le service a demandé que ces caisses fussent munies de doubles fonds dont le premier en toile métallique; l'intervalle entre les deux fonds serait mis en communication avec la conduite collectrice.

L'inspecteur divisionnaire de la 5e circonscription (Lille) signale une ingénieuse disposition pour l'évacuation des poussières dans une carderie :

« Ainsi que nous l'avions signalé dans divers rapports, les recherches faites depuis quelques années pour assurer l'évacuation des poussières dans les carderies avaient abouti, et permis d'obtenir la purification de l'air de ces ateliers. Cette année, nous avons trouvé un nouveau système installé dans une filature de lin des environs de Lille. L'inventeur s'est préoccupé d'éviter les courants dus à l'appel de l'air extérieur, provoqué jusqu'ici par l'expulsion de l'air chargé de poussières; il a placé dans l'atelier, avec les aspirateurs, un dispositif amenant au-dessus des machines un volume d'air porté à une température et à un degré hygrométrique déterminés; la vapeur d'eau imprègne les particules de poussière, les alourdit et favorise

leur précipitation, en même temps qu'elle assouplit les matières textiles et facilite les opérations qu'elles doivent subir; en outre, tout courant d'air est évité.

» Ce système appliqué dans la salle de peignage du même établissement nous semble résoudre d'une manière aussi parfaite que possible le difficile problème de l'assainissement des peignages de lin, attendu qu'il n'est plus nécessaire d'envelopper chaque machine, ainsi que certains constructeurs l'avaient tenté inutilement.

» Les mêmes résultats ont été obtenus dans la salle de préparation.

» L'installation comprend une canalisation souterraine s'ouvrant sous chaque métier par des bouches d'aspiration appropriées. L'air chargé de poussières est aspiré dans une vaste chambre où une pluie d'eau sous pression le dépouille entièrement de ses impuretés. Cet air ainsi saturé d'eau est mélangé d'air pris à l'extérieur en proportion suffisante et renvoyé aux ateliers dans un tube distributeur chauffé en hiver. La température et le degré hygrométrique sont réglés à volonté. »

Le service s'est préoccupé à maintes reprises d'assurer l'évacuation des poussières particulièrement irritantes pour les voies respiratoires qui sont dégagées dans les ateliers de gazage des filés de coton. Une enquête approfondie a été faite sur les moyens d'obtenir cette évacuation et les résultats en sont actuellement soumis à l'examen du comité consultatif des arts et manufactures.

Gaz et buées. — L'élimination des gaz insalubres et des buées peut être opérée soit par ventilation, soit par la clôture des appareils où ils sont produits, soit par leur absorption.

Un inspecteur départemental de la circonscription de Lyon appelle tout particulièrement l'attention sur les mauvaises conditions hygiéniques dans lesquelles travaillent les ouvrières occupées à la fabrication des maillons. Cette industrie emploie de jeunes enfants, principalement des filles de treize à seize ans. Couchées sur le chalumeau à gaz qui sert à ramollir la baguette de verre, elles respirent les produits de la combustion qui doivent contenir d'autant plus d'oxyde de carbone que, pour obtenir une température plus élevée, on ne mélange au gaz que le minimum d'air. Si l'on ajoute que le moindre courant d'air, et à plus forte raison l'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre, en faisant dévier la flamme, rend le travail impossible, on comprend quelles doivent être les conditions hygiéniques dans lesquelles se trouvent les enfants soumis à ce travail. L'inspecteur a rencontré dans cet atelier une fille de quatorze ans qui avait le front entouré d'un bandage recouvrant une plaie causée par la chaleur continue de la flamme au-dessus de laquelle elle se tenait penchée.

En ce qui concerne les gaz incommodes, insalubres ou toxiques, on

signale que, dans une usine de chlorure de chaux obtenu par voie d'électrolyse et dont il a été question déjà dans le rapport précédent, les ouvriers se sont plaints des vapeurs chlorées qui se dégagent dans la salle des cellules où règne une atmosphère tiède et humide; le service s'est empressé de donner satisfaction en demandant l'installation de ventilateurs puissants, susceptibles d'aspirer dans des tuyaux de dégagement tous ces gaz nuisibles.

Un progrès sensible paraît avoir été opéré dans un établissement de la circonscription de Lyon où s'effectue l'apprêt de velours ou de la mousseline. Pour sécher la solution dans laquelle on a plongé l'étoffe, on plaçait au-dessous de celle-ci, après l'avoir tendue sur un métier occupant toute la longueur de la salle, un chariot mobile appelé *terrasse* contenant, soit du charbon de bois, soit du charbon de Paris en état de combustion lente.

Ce chariot circulait sur des rails d'un bout du métier à l'autre. Une pr - mière tentative d'amélioration avait été faite en remplaçant le charbon par une rampe de gaz qui était fixe alors que l'étoffe circulait au-dessus; mais cette innovation peu goûtée des ouvriers était confinée à quelques travaux, le gaz ne pouvant être employé pour les mousselines légères. Depuis quelques mois, deux apprêteurs tentent et, semble-t-il, avec succès, de substituer aux *terrasses* chauffées au charbon et au gaz, un appareil nouveau où on ne fait usage que d'air sec et chaud.

L'inspecteur divisionnaire de Lyon signale qu'une de ces machines fonctionne depuis le commencement de la saison, et qu'une autre est à la veille de marcher chez le même industriel; une troisième est en voie d'installation chez un autre apprêteur. Il ajoute que, si la pratique répond aux espérances que cette machine a déjà fait entrevoir, l'industrie de l'apprêt de la mousseline perdra les manipulations qui la rendaient insalubre, et que de plus elle rentrera dans l'ordre des méthodes modernes de production, en ce sens qu'elle sera en possession d'un outillage pouvant répondre avec une rapidité extrême au besoin des commandes soudaines et imprévues.

L'inspecteur divisionnaire de la circonscription de Marseille signale de nouveau les inconvénients des buées dégagées dans les filatures de soie par les bassines batteuses et aussi, mais dans de moindres proportions, par les bassines fileuses. Il demande qu'un règlement intervienne pour prescrire l'isolement des bassines batteuses et un cube d'air minimum par bassine fileuse.

Le même inspecteur rend compte, en ces termes, des efforts tentés dans les papeteries pour l'élimination des buées : « La question des buées est résolue pour les fabriques de papiers minces; une simple ventilation mécanique suffit pour éliminer les buées produites par les cylindres sécheurs. Il n'en est pas de même dans les fabriques de papier fort et dans les car-

tonneries qui donnent de très abondantes buées. Dans ces dernières usines, des résultats presque suffisants ont été obtenus par l'emploi de cloisons suspendues, dont il a été fait mention dans notre rapport de 1901.

» Nous disons presque suffisants et non pas complets, parce que nous attendions mieux des cheminées d'appel. Le jet de vapeur provenant des cylindres sécheurs, beaucoup trop faible, ne donne pas un tirage suffisant, en sorte qu'il devient nécessaire de reprendre ces expériences.

» Actuellement, les vapeurs sont maintenues par des cloisons au-dessus des cylindres sécheurs, ce qui constitue un progrès; trop lourdes elles ne s'évacuent que peu à peu par des cheminées d'appel; parfois elles se condensent. Un industriel va essayer de leur donner un peu plus de tension en les chauffant à l'aide d'une série de tuyaux légers placés au-dessus des cylindres sécheurs et alimentés par le jet de vapeur perdue desdits cylindres.

ART. 8 et 9. — *Interdiction de prendre les repas dans l'atelier. — Aération pendant les repas. — Lavabos.* — Le service qui exige l'exécution complète des prescriptions de l'art. 8 dans les ateliers où sont manipulées des substances malsaines a dû bien souvent, dans d'autres industries, user de certaines tolérances, sous la condition cependant que l'atelier soit évacué pendant tout le temps nécessaire au renouvellement complet de l'air.

Il est souvent, en effet, bien difficile de décider les ouvriers à aller prendre leurs repas à l'extérieur et de leur imposer l'obligation généralement plus coûteuse de se nourrir au restaurant. D'autre part, l'établissement d'un réfectoire spécial n'est pas toujours possible. Cette installation n'est du reste point obligatoire aux termes du décret.

Comme le constate une inspectrice de Paris : « Les ouvrières blanchisseuses demeurent, en général, trop loin pour aller déjeuner chez elles, à midi. Il est d'usage qu'elles mangent à l'atelier, où la patronne leur permet de faire cuire ou réchauffer les provisions apportées du dehors. L'obligation où on les mettrait de sortir les forcerait à manger très mal dans la rue ou au restaurant, sans compter d'autres inconvénients ou dangers. »

L'application de cet article du décret a servi de prétexte à une grève importante qui s'est produite parmi les ouvriers porcelainiers de Limoges et qui a duré six semaines.

Ces ouvriers jouissaient jadis, en dehors de l'heure du dîner, de deux « casse-croûtes » d'une demi-heure, qu'ils prenaient à l'usine même. Les industriels ont supprimé ces deux demi-heures, parce que les ouvriers ne devaient pas prendre, de par la loi, les repas dans les ateliers.

L'inspection est intervenue pour empêcher le débat de s'égarer, et il a

été reconnu que, actuellement, les repas visés par le règlement sont les seuls repas principaux et non les simples collations.

L'inspecteur divisionnaire de Bordeaux signale sur ce point une heureuse solution : « Nous avons obtenu dans beaucoup d'ateliers féminins de Bordeaux que le repos du milieu du jour fût porté à une heure et demie, ce qui permet aux ouvrières d'aller prendre le repas du milieu du jour à domicile. Il serait désirable que cette mesure fût généralisée; le prétexte invoqué par les industriels : *retards à la reprise du travail* disparaît de lui-même si le temps accordé est suffisant. »

Dans plusieurs établissements on a installé des réfectoires avec placard fermant à clef pour chaque ouvrier; un fourneau et le combustible sont en outre à leur disposition.

Une chambre syndicale patronale de Paris, reconnaissant l'impossibilité d'installer des réfectoires dans les locaux très exigus dont disposent les industriels de la profession, n'a pas voulu exposer ses ouvrières aux contacts de la rue et des cabarets avoisinants, et a demandé à l'administration de surseoir à l'exécution des règlements en attendant qu'elle ait pu réaliser l'installation d'un réfectoire-restaurant dans le quartier où est centralisée cette industrie.

Ces exemples montrent que, soit par un sentiment d'humanité, soit pour tenir l'engagement pris envers les parents de leurs apprenties de veiller à la moralité de celles-ci, bien des patrons consentent des sacrifices pécuniaires importants afin que leur personnel n'ait pas à souffrir des inconvénients de diverses natures que je viens de rappeler. Mais il faut également constater que nombre d'industriels se contentent d'observer à la lettre les termes du décret et, pendant les heures réservées aux repas, renvoient leurs ouvrières sans se préoccuper des inconvénients qui peuvent résulter de cette mesure. Celles-ci mangent où elles peuvent, dans les escaliers, dans des couloirs, dans des caves, parfois même dans la rue ou dans un square du voisinage. Il s'ensuit que, dans sa rédaction actuelle, l'application rigoureuse du règlement est, dans bien des cas, plus nuisible que favorable aux ouvrières de certaines industries.

Il m'a paru nécessaire de faire cesser cet état de choses : il ne pouvait être question d'obliger les industriels à mettre des réfectoires à la disposition de leur personnel, surtout dans les petites industries des villes où l'on manque de place. L'expérience avait montré d'ailleurs que les ouvriers manifestent souvent une véritable répugnance à utiliser les réfectoires déjà créés. Il ne semblait pas possible non plus aux ouvrières des grandes villes de retourner jusqu'à leur domicile pour prendre leurs repas, même si on les laissait libres pendant un laps de temps excédant le minimum légal de repos.

Dans ces conditions, j'ai pensé que la meilleure solution consisterait.

tout en maintenant l'obligation du principe, à permettre dans des cas exceptionnels les repas dans les ateliers où il ne serait pas fait emploi de substances toxiques ou donnant lieu à des dégagements, soit de gaz incommodes, insalubres ou toxiques, soit de poussières.

Un projet de décret modifiant dans ce sens l'art. 8 du décret du 10 mars 1894 est actuellement soumis au conseil d'hygiène publique de France. Ce projet comporte également une modification de l'art. 9 qui sera remplacé par les dispositions suivantes, dont la dernière est relative aux ateliers qui pourraient n'être pas évacués pendant les interruptions de travail :

« ART. 9. — Dans les établissements où les ateliers sont évacués pendant les interruptions de travail, l'air devra être renouvelé pendant toute la durée de ces interruptions.

» Dans les autres établissements, des dispositions devront être prises pour qu'une aération continue soit assurée dans les ateliers sans incommoder l'ouvrier. »

Le nouvel art. 9 réunira ainsi dans une seule série de dispositions les prescriptions éparses des art. 5 § 2, 6 § 6 et 9 (ancien) relatives à l'aération des ateliers.

Le service a obtenu l'installation de lavabos et de vestiaires dans un grand nombre d'établissements. C'est dans les ateliers où sont manipulées des substances dangereuses ou toxiques, et où se dégagent des poussières, que les industriels se sont soumis le plus volontiers à cette obligation. Ils y ont été déterminés dans certains cas par les réclamations des ouvriers.

ART. 10. —*Isolement des moteurs. — Installation de rampes aux escaliers et de garde-corps aux excavations et échafaudages.* — On obtient en général assez facilement l'isolement des moteurs à l'aide de garde-corps, et le nivellement des passages entre les mécanismes en mouvement. Il n'en est pas toujours de même de l'installation de rampes et de garde-corps destinés à protéger contre les chutes. On reproche assez souvent à ces dispositifs de gêner certaines manœuvres. Dans ce cas, le service a dû se borner à prescrire des rampes ou garde-corps mobiles.

L'inspecteur divisionnaire de Nancy signale que des fabricants de vins de champagne auraient allégué que l'installation de rampes dans leurs caves était inutile parce que, leurs escaliers étant souterrains, il y a à droite et à gauche une paroi, et que dès lors on ne peut faire une chute dans le vide; il fait observer que cette double paroi n'empêche pas de faire une chute en descendant l'escalier. Le texte de l'article est donc incomplet à son avis; au mot rampe il propose donc d'ajouter l'expression de main courante.

Le contrôle de la protection des échafaudages est rendu fort difficile par la diversité des chantiers, leur éloignement et le peu de durée de leur

installation, ainsi que par l'obligation de dresser des mises en demeure avec délai d'un mois au moins. Cette difficulté de faire observer le texte du décret par l'industriel est aggravée encore par l'insouciance trop souvent constatée de l'ouvrier. Aussi l'avis général des inspecteurs est-il qu'on devrait avoir le droit de verbaliser dans ce cas sans mise en demeure préalable.

Un inspecteur de la circonscription de Nantes estime qu'il est très difficile de dire à partir de quelle hauteur du sol le service de l'inspection peut exiger l'installation de garde-corps. Un accident peut se produire, dit-il, dans une chute de 2m de hauteur, et il y aurait, cependant, exagération à demander l'emploi de garde-corps pour des échafaudages se composant de planches reposant sur des tréteaux. Il estime que l'on pourrait fixer la hauteur du premier plancher des constructions nouvelles, soit 3m ou 3m,50, comme point de départ de l'obligation de munir les échafaudages de garde-corps.

A propos des conditions de sécurité des travaux du bâtiment, un inspecteur de la circonscription de Bordeaux signale qu'il y a lieu d'insister sur la gravité des dangers que fait courir à presque tous les ouvriers du bâtiment le mode de construction suivi à Bordeaux et dans la région : « Charpentiers et cimentiers attendent pour mettre les planchers en place, que la couverture de l'immeuble soit terminée. Pendant tout le temps que dure la construction, les ouvriers ont le vide au-dessous d'eux, aussi bien les maçons que les couvreurs ou les manœuvres. Ces derniers en particulier, lorsque l'immeuble est d'une certaine importance, transportent les matériaux à l'aide de wagonnets sur rails dont le chemin de roulement, formé de planches jetées sur les poutres des différents étages, n'est guère plus large que l'écartement des voies.

« Si l'homme fait une chute, il tombe sur le sol, quel que soit l'étage où il travaille. De même l'outil ou l'objet quelconque lâché par mégarde est d'autant plus dangereux, s'il atteint quelqu'un, que la hauteur de chute est plus grande. »

Le rapport ajoute que les nombreuses pluies qui tombent dans la région fournissent la raison de la préférence donnée à cette façon de procéder. Il signale que dans d'autres régions les hourdis de ciment sont exécutés à chaque étage dès que les maçons ont dépassé cet étage. Cette pratique diminue le nombre des accidents et surtout leur gravité. Un jeune couvreur, dont l'accident a fait l'objet d'un rapport d'enquête pour le Parquet, a ainsi fait une chute mortelle du haut d'un cinquième étage d'un immeuble en construction, alors que son accident n'aurait probablement eu que peu de gravité, s'il avait été arrêté dans sa chute par le plancher du quatrième étage.

Aussi l'inspecteur divisionnaire de Bordeaux propose-t-il de faire rentrer

dans le décret du 13 mai 1893 cette prescription du décret du 10 mars 1894; l'emploi des enfants sur les échafaudages fixes ou temporaires ne devrait être autorisé, d'après lui, qu'autant que ces appareils seraient munis des garde-corps prévus par l'art. 10 du décret du 10 mars 1894.

Au cours de sa dernière session, le conseil général du Pas-de-Calais a émis le vœu que les entrepreneurs de construction soient tenus de faire établir un filet au-dessous des échafaudages en vue de prévenir les accidents résultant des chutes.

Le comité consultatif des arts et manufactures, saisi de la question, a émis l'avis qu'il n'y avait pas lieu de modifier en ce sens la réglementation en vigueur. Il a estimé que l'établissement des filets protecteurs causerait aux entrepreneurs une dépense considérable, que ces engins seraient, dans bien des cas, une gêne pour le travail, et qu'enfin ils présenteraient l'inconvénient de donner une fausse sécurité aux ouvriers.

Les ouvriers travaillant au chargement et au déchargement des navires sont exposés à des chutes très dangereuses lors de leur passage sur les passerelles qui relient les bateaux à la rive; ces passerelles, généralement constituées par une simple planche souvent mal assujettie, n'offrent le plus souvent aucun dispositif de sécurité.

Le chargement et le déchargement des véhicules dans les entreprises de transport par terre et certaines opérations de l'industrie du bâtiment présentent les mêmes dangers. Un projet de décret a été élaboré, soumettant l'installation de toutes les passerelles à des conditions déterminées de largeur, de résistance et de rigidité. Des garde-corps seraient en outre exigés. Ce projet de règlement est actuellement à l'étude du comité consultatif des arts et manufactures.

ART. 11. — Les prescriptions de cet article, concernant la protection des monte-charge, ascenseurs et élévateurs, sont généralement exécutées dès la première injonction des inspecteurs. Seules ont donné lieu à des difficultés les installations pour lesquelles la disposition des locaux exigeait une dépense élevée; encore le plus souvent cette dépense a-t-elle pu être considérablement réduite lorsque l'installation a été sérieusement étudiée de concert avec les inspecteurs.

ART. 12. — *Protection contre les parties dangereuses des machines.* — Le service constate que, dans les ateliers nouveaux, il y a tendance à établir les commandes générales en sous-sol où elles sont peu accessibles. Lorsque ces ateliers consistent en de vastes halls à simple rez-de-chaussée, on n'aperçoit aucune courroie, et les poulies qui actionnent les machines sont très faciles à protéger.

Les poulies de commandes elles-mêmes sont fréquemment remplacées par des cônes de friction.

Les prescriptions qui ont trait à la sécurité sont généralement bien observées toutes les fois qu'il ne s'agit que de prendre des mesures faciles, ou d'adapter aux machines-outils, aux métiers et autres organes mécaniques, des dispositifs protecteurs connus, entrés dans la pratique, et qui ne gênent en rien la marche du travail ou sa rapide exécution; mais il n'est pas toujours possible d'arriver à protéger efficacement les parties travaillantes dangereuses des machines-outils sans apporter momentanément une gêne au travail; de là, parfois, résistance des ouvriers à faire usage de ces protecteurs qu'ils immobilisent, démontent en partie, ou mettent le plus souvent complètement de côté.

Il est vraisemblable que cette attitude persistante des ouvriers n'encourage pas les patrons à faire de nouveaux sacrifices pour améliorer les moyens de protection des outils dangereux.

Un inspecteur relate qu'un grand industriel, dont les ateliers sont très bien installés et qui porte une réelle sollicitude au bien-être de ses ouvriers, avait acquis des couvre-scies d'un système perfectionné. L'inspecteur constata qu'aucun de ces couvre-scies n'était en place. Bien mieux, le couteau diviseur, qui pourtant ne peut gêner en rien le travail, et qui est d'une si grande utilité, était lui-même remisé dans un coin de l'atelier. Cependant les cas d'ouvriers amputés à la suite d'accidents causés par les scies circulaires sont malheureusement nombreux; ils devraient être les premiers à exiger des mesures de précaution efficaces.

Les propriétaires de scieries sont toujours quelque peu embarrassés pour protéger leurs scies circulaires, et ne manquent pas de demander aux inspecteurs quel est le dispositif qu'ils doivent adopter.

L'inspecteur divisionnaire de Nancy constate que les appareils présentés ne sont pas parfaits et que, s'ils rendent de réels services lorsqu'on travaille des bois de même épaisseur, il en est difficilement de même lorsque les dimensions varient constamment. Il ajoute pourtant qu'avec la bonne volonté montrée, on peut espérer qu'on arrivera à des résultats satisfaisants.

La surveillance exercée sur les autres machines à travailler le bois a amené les chefs d'industrie à placer des dispositifs protecteurs sur un grand nombre d'appareils. L'inspecteur du Gard a vu fonctionner de nouvelles machines dégauchisseuses où la plupart des causes de danger sont supprimées. Il décrit ainsi ces machines :

« Le porte-outil est un plateau tournant dans un plan vertical vis-à-vis les pièces à dégauchir; la distance du bois travaillé au porte-outil est rendue variable au moyen de vis ou de leviers. L'ouvrier, placé derrière le levier et l'écran portant la matière travaillée, ne court plus aucun risque. »

Tous les engins tournant à grande vitesse présentent un danger commun : l'éclatement par l'action de la force centrifuge. Le comité consultatif des

arts et manufactures saisi par mes soins d'un projet de décret concernant la protection des meules artificielles, préparé par le conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine, a estimé que des précautions analogues à celles qui étaient proposées devaient être prises contre le bris des autres engins tournant à grande vitesse, et qu'il convenait de comprendre tous ces engins dans les prescriptions de la nouvelle réglementation. Un nouveau projet de décret a donc été mis à l'étude, conformément à cet avis.

Au sujet des meules d'émeri, l'inspecteur de Creil signale le danger des protecteurs insuffisamment résistants; il cite un accident survenu récemment dans sa section et qui a occasionné des blessures graves à un ouvrier, non par les éclats de la meule, mais par les morceaux de fonte du protecteur.

Des essais sérieux et coûteux ont été faits par des industriels pour le blindage des meules en grès, mais on est encore, à cet égard, dans une période de tâtonnements. Un accident survenu dernièrement dans une usine de Pont-du-Bois, où des essais avaient été tentés, autorise cependant à supposer que, sans le protecteur brisé par l'éclat de la meule, les blessures de peu de conséquence reçues par les ouvriers eussent été mortelles.

Conformément à l'avis émis par le comité consultatif des arts et manufactures à la fin de l'année 1901, le service de l'inspection a exigé dans tous les tissages, l'installation de pare-navettes ou de garde-navettes sur tous les métiers de grande largeur battant plus de 100 coups à la minute. Je dois constater que certaines résistances se sont produites, soit de la part des patrons, soit même de la part des ouvriers qui se plaignent des ruptures qui se produiraient parfois dans les fils des métiers par suite du saut des navettes, lorsqu'elles sont maintenues dans l'axe de leur course par les garde-navettes.

Malgré ces résistances, les résultats obtenus sont satisfaisants, et l'on peut dire qu'aujourd'hui l'usage de ces appareils de protection tend à se généraliser.

L'inspecteur de Belfort signale un nouvel appareil qui lui paraît appelé à rendre de grands services dans les filatures de soie et de laine. « Une filature de bourre de soie, en vue d'empêcher les soigneuses d'étirage d'avoir les doigts déchiquetés par les aiguilles des hérissons lorsqu'elles introduisent la mèche de soie entre ces organes, a adopté un dispositif qui consiste simplement en une barrette d'acier évidée pour laisser apparaître le travail des hérissons, qu'on place devant ces organes, et qui peut se fixer et se démonter instantanément par le jeu de deux vis ou fermoirs à oreilles.

» Depuis l'adoption de cet appareil, les accidents auparavant très fréquents ont entièrement disparu dans cet établissement. »

L'inspecteur de la quatrième section de Nantes décrit un petit appareil employé dans l'atelier de ferblanterie d'une biscuiterie, à Nantes, pour

éviter complètement les dangers d'accidents occasionnés par les emporte-pièces :

« Cet appareil très simple consiste en un châssis garni d'une lame de verre ou de mica, placé devant la matrice de l'emporte-pièce, de façon à permettre l'introduction de la lame de fer-blanc à découper, en empêchant l'ouvrier de passer les doigts ou la main entre la matrice et le mandrin, tout en lui permettant de voir son travail. »

Des accidents très graves et très fréquents sont causés par les machines à battre dont les organes ne sont pas protégés. L'inspecteur divisionnaire de la huitième circonscription (Bordeaux) relate que dans l'espace de 15 jours un enfant et un mécanicien ont été déchiquetés vivants par la même machine. Il estime que la vie de ces deux personnes eût été épargnée par un appareil protecteur dont la valeur peut être de 3^{fr} à 4^{fr}.

L'inspecteur divisionnaire exprime avec raison le regret de n'avoir pu intervenir, parce qu'il s'agissait d'une entreprise agricole à laquelle la loi du 12 juin 1893 ne s'applique pas. Il renouvelle, en outre, le vœu que les fabricants de machines agricoles soient tenus de ne livrer au commerce que des machines munies de leurs appareils de protection.

ART. 14. — *Arrêt du moteur et des machines-outils.* — Comme je l'exposais l'an dernier, le décret du 10 mars 1894, qui ne prévoyait l'arrêt de la marche des machines-outils, métiers, etc., que par l'arrêt des moteurs, a été complété par un décret du 6 août 1902 qui exige l'installation d'un système de débrayage à la portée des conducteurs de chaque machine-outil ou métier.

Cette nouvelle disposition qui n'a fait que consacrer une mesure prise dans un très grand nombre d'usines a été généralement bien accueillie.

M. l'inspecteur du Havre fait observer que la généralisation de cette mesure rendra de plus en plus rare la manœuvre des courroies de transmission faite à la main, contrairement au Paragraphe 3 de l'article 12 du décret de 1894.

Un inspecteur de Paris signale un dispositif de protection des presses à découper ou à emboutir mues mécaniquement, dont le fonctionnement suppose les débrayages automatiques de la commande. « Fréquemment, les ouvriers et, plus fréquemment encore, les ouvrières chargées de la conduite de ces machines avaient les doigts écrasés ou coupés. Pour éviter ces accidents toujours graves, chaque presse a été munie d'un système d'embrayage tout spécial; une clavette à glissière est placée sur l'arbre du vilebrequin qui actionne la presse et dont la poulie est folle. Sous l'action du levier d'embrayage, la clavette s'engage dans le moyeu de la poulie qui, alors, entraîne le vilebrequin et met la presse en marche. Aussitôt que l'ouvrière lâche la poignée du levier d'embrayage, celui-ci est ramené dans sa première position par un ressort à boudin; la clavette sortant de la poulie,

celle-ci redevient folle et la presse se trouve instantanément remise à l'arrêt.

Il faut remarquer que, dans ces conditions, la presse ne fonctionne qu'autant que l'ouvrière a une main posée sur le levier d'embrayage. Cette main ne peut donc être atteinte par la machine et se trouve à l'abri de tout danger. Si l'embrayage ne présentait une autre particularité, la sécurité de l'ouvrière ne serait qu'à moitié assurée, puisque son autre main serait laissée libre. Il n'en est pas ainsi. Le levier d'embrayage est lui-même calé par un système de leviers maintenus par un ressort à boudin, de telle façon que, pour mettre en marche la presse, l'ouvrière doit saisir d'une main un premier levier dont le jeu consiste à décaler le levier d'embrayage et, ensuite, elle doit appliquer son autre main sur le levier d'embrayage lui-même. Les deux mains de l'ouvrière se trouvant occupées, il ne peut lui arriver aucun accident. De plus, sa sécurité est d'autant mieux assurée que, comme je l'ai dit déjà, la presse se remet immédiatement à l'arrêt lorsque ses mains quittent les leviers.

Un autre inspecteur constate que les accidents occasionnés par ces sortes de machines-outils représentent environ 25 pour 100 du total général de sa section. Pour cette raison, il avait déjà proposé l'année dernière d'en défendre l'emploi aux enfants de moins de 16 ans.

ART. 16. — *Précautions contre l'incendie.* — L'inspecteur de la circonscription de Paris se demande si les prescriptions du Paragraphe 1er de cet article, concernant les portes de sortie des ateliers, doivent s'appliquer à tous les ateliers en général, ou seulement à ceux qui dépendent d'une usine, ainsi que l'indiquerait d'ailleurs le texte littéralement interprété du décret.

« Il importe, dit-il, qu'une interprétation administrative détermine exactement la limite de notre responsabilité.

» L'application de cet article à tous les ateliers présente de telles difficultés pratiques, quand il ne se heurte pas à des impossibilités presque absolues, que je crois pouvoir affirmer qu'on n'en trouverait pas 5 pour 100 dans lesquels la mesure imposée soit observée. Si l'on doit donner aux termes de cet article une interprétation aussi générale, il y aurait lieu d'y apporter une modification, afin de ne rendre obligatoire la prescription qu'il impose que dans le cas où la nécessité en aurait été reconnue par l'inspection.

» L'utilité de cette atténuation aurait pour effet de soustraire les inspecteurs à la plus lourde des responsabilités, et de ne pas les placer dans une situation pénible en cas de sinistre, alors qu'on cherche à tout prix une victime expiatoire, et qu'on pourrait leur reprocher l'inobservation d'un règlement. »

L'inspecteur divisionnaire de la 11e circonscription (Lyon) signale la nouvelle installation d'une fabrique de feutre où s'est produite une explosion il y a 2 ans. Après avoir subi les opérations préparatoires, le chapeau de feutre est plongé dans une solution composée de gomme laque dissoute dans une forte proportion d'alcool (40l d'alcool pour 60kg de gomme) et mis ensuite à sécher dans une chambre dont la température est portée à 100°. Autrefois la dissolution de la laque s'effectuait dans un local où s'opéraient d'autres travaux, et les chapeaux étaient portés à sécher dans la chambre chaude chauffée à feu nu, immédiatement après avoir été trempés dans la solution. On conçoit combien les risques d'incendie étaient grands dans des conditions aussi défectueuses. Aujourd'hui, on fait dissoudre la gomme laque dans un local distinct, et les chapeaux ne sont portés dans la chambre chaude qu'après avoir longtemps été exposés à l'air. De cette façon, l'excès d'alcool s'est évaporé lorsqu'ils sont rangés dans le séchoir et, enfin, la chambre dans laquelle se trouve celui-ci est maintenant chauffée à la vapeur de sorte qu'aucun danger ne semble plus à craindre.

ART. 18. — *Interdiction des vêtements flottants aux ouvriers occupés près des machines.* — Comme le fait observer l'inspecteur divisionnaire de la 6e circonscription (Rouen), cet article est la seule prescription du décret de 1894 concernant la sécurité individuelle des ouvriers.

En dehors de cette prescription, l'expérience et la prudence conseillent certaines mesures qui sont de plus en plus en usage dans les ateliers; citons par exemple : les lunettes pour l'ébarbage et l'émeulage, les masques respirateurs dans les opérations qui dégagent des poussières en abondance, les doigtiers et les gants pour éviter le contact immédiat d'outils tranchants, etc.

Il a jusqu'ici paru difficile d'obtenir par voie de réglementation que les ouvriers consentent à se servir de ces appareils; mais les progrès de l'hygiène du personnel ouvrier permettront de réaliser des projets à l'étude concernant les gants dans certaines teintureries où il est fait usage de produits nuisibles, les embouts personnels dans les verreries, etc.

Il n'est pas douteux en effet que les efforts du service de l'inspection du travail ont eu pour résultat, non seulement une amélioration très réelle et définitivement acquise des conditions matérielles du travail, mais encore une amélioration sensible dans l'état d'esprit des industriels et des ouvriers qui opposent aujourd'hui moins d'insouciance aux prescriptions légales.

b. Réglementation spéciale à certaines industries.

Le deuxième Paragraphe de l'article 3 de la loi du 12 juin 1893 prévoit l'intervention de règlements d'administration publique spéciaux à cer-

taines industries présentant des causes particulières d'insécurité ou d'insalubrité.

Jusqu'ici trois décrets ont été pris en vertu de cette disposition; ils s'appliquent à la fabrication du vert de Schweinfurth, à l'usage du blanc de céruse, et à l'opération du pompage dans la poterie d'étain.

Céruse. — Décret du 18 juillet 1902. — Ce décret spécifie les précautions qui doivent être prises pour l'emploi des produits contenant de la céruse dans la peinture en bâtiment.

D'autre part, un projet de loi récemment voté par la Chambre et actuellement soumis au Sénat édicte, dans un délai de 2 ans après sa promulgation, l'interdiction de l'emploi de la céruse dans les travaux préparatoires (impression, rebouchage et enduisage) de la peinture en bâtiment tant à l'extérieur qu'à l'intérieur; il ajourne à un délai de 3 ans l'interdiction de l'emploi de la céruse dans tous les travaux de peinture à l'intérieur des bâtiments. Enfin, dans un délai à fixer par règlement d'administration publique, il prévoit, d'une part, l'extension de l'interdiction de la céruse aux travaux de l'extérieur des bâtiments et, d'autre part, l'interdiction des autres produits à base de plomb dans l'industrie de la peinture en bâtiment.

En attendant que ce projet reçoive la sanction législative, la Commission d'hygiène industrielle, saisie d'une plainte adressée à l'administration par l'Union syndicale des ouvriers en voitures de la Seine, a émis dernièrement l'avis qu'il y aurait lieu d'étendre les précautions prescrites par le décret du 18 juillet 1902 à tous les travaux industriels de peinture.

Un décret en ce sens est actuellement soumis à l'approbation du Comité consultatif des arts et manufactures.

Le décret du 18 juillet 1902 a soulevé, lors de son apparition, un certain nombre de protestations, mais tous les inspecteurs constatent que la première agitation s'est calmée, et que les entrepreneurs de peinture s'y soumettent sans grandes difficultés au fur et à mesure que l'utilité des précautions prescrites leur est mieux démontrée, et qu'ils en reconnaissent de mieux en mieux la facile exécution.

Certains inspecteurs ont émis le regret que leur surveillance ne puisse s'exercer que sur les travaux neufs exécutés en chantiers; ceux qui s'effectuent au domicile des particuliers échappent forcément à leur contrôle.

Le projet de loi obvie d'ailleurs à cet inconvénient en permettant aux inspecteurs de faire des constatations au domicile des particuliers, sous la seule condition de leur autorisation préalable.

Des constatations qui ont pu être faites par le service, il ressort que les abus proviendraient surtout du fait des enduiseurs qui travaillent à forfait pour le compte des entrepreneurs. Ce sont de petits patrons, souvent même

de simples ouvriers qui, ayant soumissionné une tâche de courte durée, embauchent quelques compagnons pour l'exécuter. Quand ils ont terminé, ils recommencent ailleurs la même opération, ou reprennent leur situation première d'ouvriers peintres.

Comme le fait remarquer un inspecteur, il est difficile, dans de telles conditions, de constater les contraventions, puisque le concours des intéressés pour les signaler fait défaut.

Malgré ces difficultés d'application, la mise en vigueur du décret de 1902 agit d'une façon très sensible sur les habitudes des ouvriers peintres, et les amène peu à peu à prendre d'eux-mêmes les précautions prescrites. On a déjà constaté que l'emploi de la céruse en pâte est d'un usage général et que le produit en poudre est abandonné. Les inspecteurs signalent même que sous l'influence de la nouvelle réglementation beaucoup d'entrepreneurs ont abandonné le blanc de céruse pour le blanc de zinc.

Les inspecteurs éprouvent parfois quelque peine à se rendre compte si les peintures contiennent de la céruse, car il ne leur est pas toujours possible de faire une analyse complète des produits employés; d'autre part on ne peut pas facilement obtenir des entrepreneurs qu'ils se rendent compte soit de la composition des matières qu'ils utilisent, soit de celle des peintures qu'ils sont appelés à gratter ou à poncer. Afin de faciliter sur ce point la tâche des inspecteurs, j'ai demandé au Comité consultatif des arts et manufactures de rechercher une méthode d'analyse assez simple pour pouvoir être employée dans tous les cas par les inspecteurs du travail, et assez sûre pour révéler, sans qu'il puisse y avoir doute, la présence de la céruse. L'avis du Comité consultatif a été récemment adressé au service.

Poterie d'étain. — Décret du 21 novembre 1902. — Le Comité consultatif des arts et manufactures, saisi d'une demande de la chambre syndicale des ouvriers potiers d'étain en vue de faire interdire les travaux de leur profession aux femmes et aux enfants, reconnut, au cours de l'enquête approfondie qui fut faite sur les conditions de travail de cette industrie, que l'opération dite du *pompage,* consistant à faire le vide avec la bouche dans les pièces dont on veut vérifier l'étanchéité, était particulièrement dangereuse; il proposa d'interdire cette opération qui peut être facilement remplacée par des procédés mécaniques. Vous avez bien voulu revêtir de votre signature un décret conçu en ce sens.

Le service s'est assuré que les patrons mettent bien à la disposition des ouvriers les appareils nécessaires à l'essai des objets fabriqués, mais il est plus difficile de constater si les ouvriers se servent effectivement de ces appareils. Toutefois, il est certain que leur usage entrera peu à peu dans les habitudes du personnel employé dans cette industrie.

Depuis la mise en vigueur de ce décret, j'ai été saisi par une chambre

syndicale ouvrière d'une demande d'extension de dispositions analogues à la fabrication des appareils d'éclairage au gaz, dans laquelle le pompage est également pratiqué.

Les inconvénients signalés par cette opération n'étant point de même nature que lorsqu'il s'agit de la poterie d'étain, j'ai estimé qu'il n'y avait pas lieu de procéder sur ce point à une addition au décret du 21 novembre 1902, il m'a paru que la question posée serait plus utilement examinée à l'occasion de la modification à l'étude de la réglementation générale.

Autres industries dangereuses. — Depuis plusieurs années, les inspecteurs ont signalé la fréquence des accidents charbonneux dans certaines industries où sont mises en œuvre des matières animales provenant d'origine exotique, les matières animales d'origine indigène ne donnant plus que très rarement lieu à des accidents de cette nature depuis les mesures très sévères exigées par la réglementation sur la police sanitaire des animaux. Les industries les plus éprouvées par le charbon sont celles du délainage, de la tannerie, les fabriques de brosses, de peignes, de boutons en corne, le traitement des soies de porc, etc. Un projet de décret prescrivant les précautions nécessaires est actuellement soumis à la Commission d'hygiène industrielle.

Un autre projet de réglementation est actuellement en préparation sur la demande du Conseil d'hygiène publique de la Seine, concernant les précautions à prendre pour empêcher la contagion par le linge sale dans les blanchisseries. Le linge souvent imprégné de germes morbides, contenant dans tous les cas des matières putrescibles, est trié sans précautions d'aucune sorte, et expose à des contaminations parfois très graves, soit les ouvrières, soit même le public dont le linge déjà blanchi est souvent placé dans la même pièce que le linge contaminé.

On a depuis longtemps signalé l'habitude des ouvriers verriers d'employer les mêmes cannes à l'opération du soufflage du verre. Cette habitude est une cause de contagion tuberculeuse et syphilitique. J'ai fait procéder sur cette question à une enquête très étendue par les soins des inspecteurs du travail, et les résultats en sont actuellement soumis à l'étude de la Commission d'hygiène industrielle.

Maladies professionnelles. — Pour l'industrie de la fabrication de la céruse, le service a déjà obtenu de très importantes mesures de sécurité. Quelques inspecteurs demandent néanmoins qu'il soit édicté un règlement spécial.

Une industrie très dangereuse au même point de vue est celle de l'émaillage des objets en fer et en fonte; l'ouvrier est obligé de saupoudrer les pièces avec l'émail, et il se dégage au cours de cette opération des poussières renfermant de notables quantités de plomb.

Dans une fonderie de l'Aisne, on signale un appareil spécial, inventé par le directeur, où toutes les opérations se font en vases clos; les causes d'intoxication sont donc écartées. Mais pour les pièces de grandes dimensions, comme les baignoires, cet appareil ne peut servir. On cherche depuis longtemps à remplacer l'émail de plomb par l'étain, et l'on espère arriver prochainement à de bons résultats.

Je me suis préoccupé également des dangers d'intoxication saturnine que présentent la typographie et l'emploi des machines dites *linotypes*, la conduite des métiers Jacquard où chaque fil de chaîne est tendu par un poids de plomb qui s'oxyde rapidement, et la taille des limes qui se fait sur des plaques de plomb en contact avec les mains des ouvriers. Des enquêtes ont été faites sur ces industries, et la Commission d'hygiène a été appelée à rechercher les moyens d'en supprimer les dangers.

Des enquêtes ont été également faites et soumises à la Commission d'hygiène industrielle sur les dangers d'intoxication par le mercure que peuvent présenter les travaux de dorure au mercure, d'étamage de miroirs et la fabrication des lampes à incandescence, ainsi que celle des baromètres et thermomètres.

L'inspecteur de Roanne et des syndicats professionnels m'ont signalé à plusieurs reprises quelques cas de maladies avec éruption de la peau chez des ouvriers employés à la fabrication des bains dits *rouge turc* pour fils de coton. Dans la préparation de cette teinture interviennent la paranitraline, la soude, le nitrate de soude et l'acide chlorhydrique. Dans une teinturerie importante, ces accidents sont évités grâce à l'emploi de longs gants de caoutchouc; dans les autres teintureries où l'on emploie du *rouge turc*, l'inspecteur a dû se borner à conseiller l'usage de ces gants.

J'ai demandé à la Commission d'hygiène industrielle de me renseigner sur la nocivité de ce produit et sur les moyens de remédier à ses inconvénients.

Un inspecteur de Paris rappelle que « dans l'industrie de la couperie de poils, les ouvriers secréteurs se trouvent exposés à l'intoxication par le mercure au cours de la double opération du brossage et de la mise à l'étuve. Aucun des procédés proposés en remplacement du nitrate de mercure n'ayant fait ses preuves, on ne peut que recommander les mesures d'hygiène susceptibles de préserver l'ouvrier dans la mesure du possible. L'isolement et l'étanchéité des étuves à dessiccation constituent surtout les mesures indispensables à prendre pour la protection du personnel, en prévenant le dégagement des vapeurs mercurielles ».

Un autre inspecteur signale le danger que présente, pour la santé des ouvriers, l'emploi de l'anhydride sulfureux obtenu directement par la combustion du soufre dans le blanchiment de lainages. Il propose de substituer à ce procédé celui par voie humide au moyen de l'hydrosulfite acide de

sodium, qu'il a vu pratiquer avantageusement dans sa section : « L'hydrosulfite acide de sodium est obtenu très économiquement et sans difficulté en mettant en contact avec de la tournure de zinc une solution concentrée et maintenue froide de bisulfite de sodium. L'hydrosulfite ainsi préparé est étendu de son volume d'eau dans un grand baquet, et, quand le mélange est bien homogène, on y introduit les pièces à blanchir qui ont été, au préalable, passées au carbonate de soude, puis au savon; on couvre et on laisse 6 heures. Au bout de ce temps, les pièces sont retirées, passées entre des rouleaux presseurs en sapin qui surmontent le baquet, afin d'éviter le plus possible la perte du liquide décolorant, puis on rince rapidement à l'eau. Dans un baquet de 1000^{l}, on peut traiter dans chaque opération 130^{kg} de lainage, et la dépense ne dépasse pas 1^{fr},36 par 10^{kg}. Ce procédé très simple, qui apporte à l'hygiène des ouvriers employés au blanchiment des lainages chez les teinturiers dégraisseurs une grande amélioration, mais qui se heurte à la routine, devrait remplacer, suivant moi, l'ancien procédé par l'action directe de l'anhydride sulfureux employé partout presque exclusivement.

Une nouvelle fabrique d'acide arsénieux par calcination du mispickel a été récemment installée au Havre. Cette industrie est des plus malsaines par elle-même, mais c'est surtout la récolte de l'acide dans les carneaux qui constitue l'opération la plus pernicieuse. Aussi, en dehors des moyens préventifs déjà employés, masques spéciaux avec respirateurs, surtouts de travail complètement fermés, salle de bains, etc., l'inspecteur du Havre a-t-il enjoint au directeur de cette fabrique de rechercher tous les moyens pour éviter l'emploi des travailleurs à l'intérieur des carneaux.

Je me suis préoccupé également d'une maladie connue sous le nom de *lymphangite des sucriers*, affection cutanée qui atteint tout particulièrement les ouvriers employés au travail des mélasses. Une enquête vient d'être faite par les soins du service sur les causes de ce mal et les moyens d'y remédier, et les mesures nécessaires seront prescrites pour que des précautions soient prises dans les établissements où ces travaux sont opérés.

Les ouvriers employés au dévidage des cocons de vers à soie sont exposés à des ulcérations cutanées appelées *mal des bassines*, qui seraient provoquées par une substance toxique contenue dans les excréments de vers à soie, et qui souillerait le cocon. La commission d'hygiène industrielle appelée à étudier cette maladie a demandé avant de se prononcer qu'il soit procédé à des expériences concluantes. M. le D^{r} Heim a bien voulu entreprendre ces expériences au laboratoire du Conservatoire des arts et métiers.

Vous trouverez d'ailleurs à la fin de ce rapport un compte rendu des travaux de la commission d'hygiène industrielle, et notamment de son étude

technique sur les maladies professionnelles envisagées au point de vue de leur assimilation avec les accidents du travail.

CHAPITRE II.

RELEVÉ DES ACCIDENTS DU TRAVAIL.

.....

Comme les années précédentes, on constate que les accidents les plus nombreux sont dus aux chutes des ouvriers, à la manutention des fardeaux, aux éboulements et chutes d'objets. Ces sortes d'accidents sont occasionnés souvent par l'imprudence des victimes, ou par des causes fortuites que le service ne peut prévenir.

Les autres travaux les plus dangereux sont ceux des outils à main, de la traction mécanique ou animale, pour lesquels l'action du service est extrêmement limitée, et enfin des machines-outils, métiers, etc.

Il faut signaler le petit nombre des accidents causés par les moteurs et les chaudières à vapeur, ainsi que la diminution très sensible de ceux qui sont dus aux organes de transmission. La réglementation en vigueur donne au service des pouvoirs très étendus en ce qui concerne la protection des moteurs à vapeur et des organes de transmission, et les dispositifs de sécurité spéciaux à ces engins sont depuis longtemps entrés dans les habitudes industrielles.

Je relèverai enfin la diminution de deux tiers pour les accidents dont la cause est inconnue, ce qui indique un grand progrès dans le libellé des déclarations.

CHAPITRE III.

APPLICATION DE LA LOI DU 29 DÉCEMBRE 1900.

.....

CHAPITRE IV.

AMÉLIORATIONS PROJETÉES ET EN COURS D'EXÉCUTION.

Jusqu'ici la sollicitude du législateur pour l'hygiène et la sécurité des travailleurs s'était portée uniquement sur les ouvriers de l'industrie proprement dite, où les conditions du travail avaient semblé avec raison rendre indispensables des mesures plus immédiates de protection.

Aujourd'hui, l'œuvre d'assainissement des ateliers industriels a fait de sérieux progrès, et l'on a pu se rendre compte des bienfaits réalisés par l'application des dispositions de la loi du 12 juin 1893. D'autre part, la loi du 15 février 1902 sur la santé publique a été une manifestation du mouvement général des esprits en faveur de l'application obligatoire des progrès de la science à l'hygiène publique.

Le moment était donc venu de développer, dans toute la mesure du possible, les précautions d'hygiène et de sécurité, en les étendant à tous les

locaux où se trouvent réunis les travailleurs; la loi récente promulguée le 11 juillet 1903 est donc venue à son heure appliquer les dispositions de la loi du 12 juin 1893 au commerce et aux administrations.

Depuis longtemps déjà on signalait les déplorables conditions d'hygiène où se trouvent les travailleurs dans les petits métiers de l'alimentation : boulangerie, pâtisserie, boucherie, charcuterie, etc. Là s'effectue parfois un travail dangereux dans des locaux exigus, mal aérés et mal tenus, mais jusqu'ici l'application des lois ouvrières n'avait pu y être exigée en raison du caractère commercial que leur donnait la vente au détail et l'absence de moteur mécanique. La nouvelle loi assurera, avec une réelle sauvegarde du personnel employé, une garantie nouvelle de la salubrité des produits alimentaires. Elle apportera également un assainissement indispensable dans les annexes des entreprises commerciales où les règles les plus élémentaires de l'hygiène étaient souvent négligées, dans les ateliers de manutention et d'empaquetage, dans les caves et chais, dans les entreprises de chargement et de déchargement où s'effectue souvent un travail insalubre ou dangereux. Jusqu'ici la jurisprudence n'avait pas reconnu à ces travaux un caractère industriel lorsqu'ils dépendaient d'un établissement purement commercial.

Enfin, il en sera de même des bureaux dont on a souvent déploré l'insalubrité résultant d'un cube d'air initial trop restreint ou d'une aération insuffisante.

Le nombre considérable des établissements nouvellement soumis aux visites du service, et l'étude des conditions de sécurité et d'hygiène spéciales à ces établissements, viendront encore accroître la besogne déjà si lourde des inspecteurs du travail. Mais je suis certain que, malgré le nombre restreint de ces agents, ils ne négligeront aucun effort pour assurer l'exécution des dispositions législatives dont le contrôle leur est confié.

Il n'est pas inutile de rappeler ici que la loi récente du 11 juillet 1903 a mis fin aux difficultés qui avaient été opposées à l'application de la loi du 12 juin 1893 dans les établissements publics.

Aujourd'hui, les inspecteurs du travail ont entrée partout, sauf dans certains établissements de la guerre et de la marine où le souci de la défense nationale interdit d'introduire des personnes étrangères au service. La nouvelle loi a en même temps réglé la forme dans laquelle les observations des inspecteurs visant les établissements de l'État seront communiquées aux administrations intéressées.

Je vous ai fait connaître toutes les améliorations projetées ou en cours d'exécution, à propos de l'examen de chacune des dispositions existantes qu'elles devaient modifier; je me bornerai donc à rappeler ici l'objet de chacun des règlements en préparation.

1° Sécurité :

Modification à l'article 5 du décret de 1894 : affichage du nombre de personnes que le cube d'air existant dans l'atelier permet d'employer.

Modification de l'article 8 du même décret : question des repas dans les ateliers.

Modification des articles 5, 6 et 9 du même décret : réunion en un seul article des dispositions concernant l'aération des ateliers.

Projet de décret prescrivant les précautions à prendre pour l'installation des passerelles qui servent au transport des fardeaux.

Projet de décret prescrivant les mesures à prendre contre l'éclatement des engins tournant à grande vitesse.

2° Hygiène. — *Travaux de la commission d'hygiène industrielle.*

Comme je vous l'ai signalé au cours de ce rapport, la commission d'hygiène industrielle instituée auprès de mon département a été ou doit être prochainement saisie d'un certain nombre de questions intéressant la salubrité des ateliers ; je vous rappellerai les plus importantes :

Projet de décret étendant à tous les travaux de peinture les dispositions du décret du 18 juillet 1902.

Précautions à prendre dans les industries où sont employées des matières animales susceptibles de provoquer des infections charbonneuses.

Précautions à prendre contre les contaminations provenant de la manipulation du linge sale dans les blanchisseries.

Dangers d'intoxication saturnine que présentent les diverses industries employant le plomb ou ses composés.

Dangers d'intoxication mercurielle des travaux de dorure, d'étamage des miroirs, de la fabrication des lampes à incandescence, des baromètres et des thermomètres.

Produits nocifs employés dans la teinturerie.

Maladie spéciale aux dévideurs de cocons de vers à soie, dite *mal des bassines,* etc., etc.

Conformément au vote émis par la Chambre des députés dans sa séance du 5 décembre 1901, la commission d'hygiène industrielle a étudié l'ensemble des maladies professionnelles et des incapacités de travail qu'elles provoquent. Cet examen technique doit servir de base à l'étude d'un projet de loi ayant pour objet l'extension à certaines de ces maladies de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

La commission vient d'achever son rapport général sur cette importante question, après avoir pris connaissance des études faites sur :

Le plomb et ses composés, par M. le Dr Thoinot.

Le mercure et ses composés, par M. le Dr Josias.

L'arsenic et ses composés, par M. le Dr Bourges.

Le sulfure de carbone, par M. le Dr Heim.

La benzine, la nitrobenzine, l'aniline, les essences diverses, par M. le Dr Courtois-Suffit.

L'hydrogène sulfuré, par M. le Dr Courtois-Suffit.

Les vapeurs et gaz vénéneux ou caustiques, par M. le Dr Le Roy des Barres.

Les virus de la variole et du charbon, par M. le Dr Brémond.

Les poussières à pneumonies, par M. le Dr Courtois-Suffit.

Les dermatoses professionnelles, par M. Le Roy des Barres et M. le Dr Courtois-Suffit.

Les travaux des membres de cette commission, qui apporteront un précieux concours au législateur pour la confection de la loi projetée, seront en outre très utilement consultés par mon département pour l'étude des mesures de préservation à prendre en faveur des ouvriers exposés aux maladies professionnelles.

Ainsi que je vous l'ai exposé, monsieur le Président, la promulgation de la loi du 11 juillet 1903 vient de réaliser un important progrès dans la voie de la protection des travailleurs, et je me plais à constater que si ce progrès a pu être accompli, c'est que l'intervention de l'Etat en faveur du personnel ouvrier a reçu l'approbation unanime de l'opinion en France. C'est au gouvernement de la République que revient tout l'honneur de cette œuvre qui ne pouvait être réalisée que par étapes successives. La sollicitude des pouvoirs publics s'est en effet portée tout d'abord, au point de vue de l'hygiène et de la sécurité, sur les femmes et les enfants employés dans l'industrie; elle s'est étendue ensuite à tous les ouvriers des établissements industriels; elle embrasse aujourd'hui la totalité du personnel de l'industrie, du commerce et des employés.

Il reste à assurer, aux diverses catégories que la loi de 1903 a soumises aux règles d'hygiène et de sécurité, la protection effective à laquelle elles ont droit. C'est une tâche nouvelle et difficile que le législateur vient d'ajouter à d'autres tâches. J'ai la conviction que le service de l'inspection du travail, qui a déjà donné tant de preuves de son activité et de son dévouement, fera tous ses efforts pour la mener à bien.

Veuillez agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Paris, le 30 novembre 1903.

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie,
des Postes et des Télégraphes,
GEORGES TROUILLOT.

N° 361.

DÉCRET DU 16 DÉCEMBRE 1903
fixant le prix des poudres à feu destinées à l'exportation.

(Inséré au *Journal officiel* du 22 décembre 1903.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897;

Vu les traités des 20 novembre 1815 et 24 mars 1860, qui ont placé le pays de Gex et la partie neutralisée de la Haute-Savoie en dehors de la ligne des douanes;

Sur les rapports des Ministres des Finances et de la Guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu destinées à l'exportation (1) sont fixés ainsi qu'il suit, pour toute commande dont la valeur atteint au moins 100fr :

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX par 100kg.	OBSERVATIONS.
				fr. c.	
Poudres de commerce extérieur			ordinaire..	58,00	Non compris l'emballage.
			forte.....	62,00	Destinées à être exportées à l'état nu.
			type T. G..	60,50	
Poudres de mine noires	ordinaires.....		ronde. ...	69,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches comprimées ou à celui de mèches de sûreté.
			anguleuse.	86,00	
			fin grain ..	103,00	
	fortes.....		ronde.....	73,00	
			anguleuse.	93,00	
			fin grain ..	117,00	
	lentes.....		grenée....	67,00	
			non grenée	61,00	
			fin grain ..	79,00	
	Pulvérin.....			69,00	Non compris l'emballage.
Explosifs de mine	aux nitrates d'ammoniaque ou de soude	type N....	n° 1.....	120,00	Non compris l'encaissage. Destinés à être exportés à l'état de cartouches comprimées.
			n° 2.....	56,00	
		type C....	n° 1.....	148,00	
			n° 1 *bis*...	205,00	
			n° 2.....	110,00	
Acide picrique.....				300,00	Non compris l'emballage.

(1) L'exportation s'entend des envois à l'étranger ou dans les colonies et possessions françaises, l'Algérie et la Tunisie exceptées. Toutefois, les prix d'exportation sont applicables aux explosifs de mine, aux nitrates d'ammoniaque ou de soude du type N, ainsi qu'aux poudres de fabrication française livrées sous forme de cartouches expédiées à destination de la Tunisie.

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX par 100kg.	OBSERVATIONS.
				fr c	
Poudres de chasse	noires..	ordinaires.	barils.....	145,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées en boîtes, à l'état nu (en barils), ou à l'état de cartouches.
			gros. boîtes	190,00	
			pet. boîtes.	240,00	
		fortes.....	barils.....	175,00	
			gros. boîtes	220,00	
			pet. boîtes.	270,00	
		spéciales..	barils.....	195,00	
			gros. boîtes	240,00	
			pet. boîtes.	290,00	
	pyroxylées...	S.....	gros. boîtes	800,00	Non compris l'encaissage. Destinées à être exportées en boîtes ou à l'état de cartouches.
			pet. boîtes.	850,00	
		M.....	gros. boîtes	870,00	
			pet. boîtes.	920,00	
		R.....	gros. boîtes	910,00	
			pet. boîtes.	960,00	
		J.....	gros. boîtes	800,00	
			pet. boîtes.	850,00	
		T.....	nue.....	700,00	
			gros. boîtes	770,00	
			pet. boîtes.	820,00	
Poudres de guerre	noires	ancien type (1).....		103,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu, à l'état de cartouches ou de pièces d'artifice.
		nouveau type (2)	fusil	160,00	
			canon.....	140,00	
	brunes prismatiques (2)..			220,00	Non compris l'emballage. Destinées à être exportées à l'état nu ou de munitions confectionnées.
	B diverses dites *sans fumée* (3)	Commandes inférieures à 5000kg		700,00	
		Commandes de 5000kg à 25000kg exclusivement.....		650,00	
		Commandes de 25000kg à 100000kg exclusivement.....		620,00	
		Commandes de 100000kg et au-dessus.....		600,00	

(1) Cette désignation s'applique aux anciens types dits *à canon* ou *à mousquet*.

(2) L'exportation de ces poudres pourra être suspendue par un arrêté du Ministre de la guerre.

(3) Les poudres de guerre, dites B, diverses, sont des poudres à grande puissance balistique, destinées aux fusils de petit calibre et aux canons de tous calibres. L'exportation pourra en être suspendue par un arrêté ministériel. Le chiffre qui détermine l'importance de la commande est la quantité de poudre demandée en une seule fois d'une façon ferme. Si une commande comprend plusieurs types différents, le tarif réduit ne sera applicable à la totalité de cette commande qu'autant que la quantité de chacun des types demandés atteindra au moins 20 pour 100 des importances minima indiquées au Tableau ci-dessus; ainsi, sur une commande de 120 000kg, la quantité de chacun des types la composant devrait être de 20 000kg au moins, pour que le prix de 600fr soit applicable à la totalité des 120 000kg.

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX par 100kg.	OBSERVATIONS.
			fr c	
Coton-poudre	comprimé (1)	pour torpilles	465,00	Non compris l'encaissage.
		grandes formes	425,00	
		petites formes	645,00	
	en pâte (1)	n° 1	350,00	
	coton azotique.	n° 1 (pour dynamite)	450,00	
		n° 2 (pour dynamite)	300,00	
		n° 3 (pour usage autre que celui de la dynamite.)	750,00	
		n° 4 (pour usage autre que celui de la dynamite.)	430,00	
Cordeau détonant souple (le mètre courant)			1,25	

(1) L'exportation du coton-poudre de guerre pourra être suspendue par un arrêté du Ministre de la guerre.

ART. 2. — Les types de poudre de guerre dont l'exportation est autorisée sont les suivants :

I. Anciens types : poudres de guerre dites *à canon* et *à mousquet*.

II. Nouveaux types : poudres à canon : 1° noires C_1, C_2, SP_1, SP_2, A 26/34, A 30/40, R prismatiques; 2° brunes prismatiques PB_1, PB_2, PB_3, poudres à fusil F_1, F_2, F_3.

III. Poudres B diverses à canon et à fusil.

IV. Coton-poudre de guerre en charge comprimée ou en pâte.

ART. 3. — Les prix d'exportation fixés pour les poudres de mine, de chasse, de guerre et pour le coton-poudre sont applicables aux explosifs de même espèce vendus par la régie dans le pays de Gex et dans la zone neutralisée de la Haute-Savoie.

ART. 4. — Les prix de vente portés au présent décret seront applicables à partir du 1er janvier 1904.

ART. 5. — Les Ministres des Finances et de la Guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent

décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 16 décembre 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Finances, ROUVIER.

Le Ministre de la Guerre, Gal L. ANDRÉ.

N° 362.

DÉCRET DU 16 DÉCEMBRE 1903

fixant les prix des poudres à feu livrées aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

(Inséré au *Journal officiel* du 22 décembre 1903.)

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897;
Sur les rapports des Ministres des Finances et de la Guerre,

DÉCRÈTE :

ARTICLE PREMIER. — Les prix des poudres à feu que la régie des contributions indirectes livrera, sous le régime de l'exportation, aux gouvernements des colonies françaises et des pays de protectorat, seront fixés ainsi qu'il suit :

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX de vente aux gouvernements des colonies et pays de protectorat par 100kg.
			fr c
Poudres de commerce extérieur		ordinaires	58,00
		fortes	62,00
		type TG	60,50
Poudres de mine noires	ordinaires	ronde	68,00
		anguleuse	85,00
		fin grain	101,00
	fortes	ronde	72,00
		anguleuse	92,00
		fin grain	115,00
	lentes	grenée	66,00
		non grenée	60,00
		fin grain	78,00
	Pulvérin		68,00

ESPÈCES DE POUDRES.				PRIX de vente aux gouvernements des colonies et pays de protectorat par 100 kg.
				fr c
Explosifs de mine aux nitrates d'ammoniaque ou de soude	type N		n° 1	118,00
			n° 2	54,00
	type C		n° 1	145,00
			n° 1 *bis*	202,00
			n° 2	107,00
Acide picrique				290,00
Poudres de chasse	noires	ordinaires	barils	140,00
			grosses boîtes	185,00
			petites boîtes	235,00
		fortes	barils	170,00
			grosses boîtes	215,00
			petites boîtes	265,00
		spéciales	barils	190,00
			grosses boîtes	235,00
			petites boîtes	285,00
	pyroxylées	S	grosses boîtes	760,00
			petites boîtes	830,00
		M	grosses boîtes	850,00
			petites boîtes	900,00
		R	grosses boîtes	890,00
			petites boîtes	940,00
		J	grosses boîtes	780,00
			petites boîtes	830,00
		T	nue	680,00
			grosses boîtes	750,00
			petites boîtes	800,00
Poudres de guerre	noires	ancien type		100,00
		nouveau type	fusil	157,00
			canon	137,00
	brunes prismatiques			210,00
	B diverses dites *sans fumée* (1)		Commandes inférieures à 5000 kg.	650,00
			Commandes de 5000 kg à 25000 kg exclusivement	620,00
			Commandes de 25000 kg à 100000 kg exclusivement	590,00
			Commandes de 100000 kg et au-dessus	570,00

(1) Le chiffre qui détermine l'importance de la commande est la quantité de poudre demandée en une seule fois, d'une façon ferme. Si une commande comprend plusieurs types différents, le tarif réduit ne sera applicable à la totalité de cette commande qu'autant que chacun des types demandés atteindra au moins 20 pour 100 des importances minima indiquées au Tableau ci-dessus : ainsi sur une commande de 120 000 kg, la quantité de chacun des types la composant devrait être de 20 000 kg au moins pour que le prix de 570 fr soit applicable à la totalité des 120 000 kg.

ESPÈCES DE POUDRES.			PRIX de vente aux gouvernements des colonies et pays de protectorat par 100kg.
			fr c
Coton-poudre.....	comprimé.....	pour torpilles.....	455,00
		grandes formes.....	415,00
		petites formes.....	635,00
	en pâte n° 1.....	.....	340,00
	azotique.....	n° 1 / n° 2 pour dynamite..	445,00 / 295,00
		n° 3 / n° 4 pour usage autre que celui de la dynamite.....	730,00 / 420,00
Cordeau détonant souple (le mètre courant).....			1,20

ART. 2. — Les prix de vente portés au présent décret seront applicables à partir du 1er janvier 1904.

ART. 3. — Les Ministres des Finances et de la Guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 16 décembre 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Finances, ROUVIER.

Le Ministre de la Guerre, Gal L. ANDRÉ.

ANNEXES AUX DOCUMENTS Nos 361 ET 362.

(Annexe n° 1.)

DIRECTION GÉNÉRALE DES CONTRIBUTIONS INDIRECTES.

(Circulaire n° 548, du 22 décembre 1903.)

POUDRES A FEU.

Exportation et livraison aux gouvernements des colonies et pays de protectorat. — Tarifs pour 1904. Décrets du 16 décembre 1903. — Nouvelle fixation de la valeur des emballages de la poudre de commerce extérieur.

En exécution des dispositions de l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897, deux décrets, en date du 16 de ce mois, dont le texte est

reproduit ci-dessus, ont fixé, d'une part, les prix de vente des poudres à feu destinées à l'exportation générale et, d'autre part, les prix de vente des poudres que la Régie est autorisée à livrer aux gouvernements des colonies et pays de protectorat.

Ces prix sont applicables à partir du 1er janvier prochain.

L'augmentation du prix de revient des barils et barillets affectés à la poudre de commerce extérieur a nécessité, en ce qui concerne la valeur de ces emballages, une revision des prix indiqués à la Notice jointe à la Circulaire n° 219, du 22 juillet 1897. Ces modifications, ainsi que celles qui ont été notifiées par la Circulaire n° 471, du 27 décembre 1901, dans la composition des caisses de poudres de chasse livrées en boîtes, font l'objet d'une feuille rectificative n° 2, imprimée à la suite de la présente Circulaire. Il a été fait un tirage à part de cette feuille; chaque Directeur en recevra un certain nombre d'exemplaires pour être répartis entre les Sous-Directeurs et les entreposeurs, et annexés à la Notice qui est remise aux exportateurs, armateurs et autres négociants se livrant au commerce d'exportation des poudres à feu.

Pour les indications générales relatives à l'exportation des explosifs, le service continuera à se reporter aux instructions contenues dans la Circulaire n° 452, du 6 juin 1886, et aux conditions rappelées dans la Notice spéciale, en tenant compte, bien entendu, des changements apportés par les feuilles rectificatives nos 1 et 2.

Les prix fixés pour l'exportation générale continuent d'être applicables aux poudres à feu livrées à l'intérieur pour des essais ou pour l'épreuve des armes.

Les prix spéciaux admis en faveur des gouvernements des colonies et pays de protectorat seront, comme par le passé, appliqués, selon l'espèce, aux cessions de poudres « neuves » faites aux communes. Les poudres « de démolition » livrées à la même destination seront toujours décomptés au prix de 0f,75 le kilogramme, conformément aux dispositions de la Circulaire n° 188, du 2 décembre 1896.

Le Conseiller d'État, Directeur général,
L. MARTIN.

(Annexe n° 2.)

FEUILLE RECTIFICATIVE
énonçant les modifications apportées à la Notice de juillet 1897 faisant connaître les conditions de livraison des poudres à feu destinées à l'exportation.

I. — PRIX DES POUDRES.

Les prix de vente des poudres livrées sous le régime de l'exportation

sont fixés tous les ans par un décret spécial auquel il convient de se reporter.

II. — EMBALLAGE.

.....

§ 1. — Poudres de commerce extérieur.

Ces poudres sont vendues en barils et sacs dont les contenances nominales (1) et les prix sont indiqués par le Tableau ci-après et dont la valeur devra être payée par l'acheteur au moment même de la livraison. Ces prix comprennent les frais d'emballage.

DÉSIGNATION ET CONTENANCE NOMINALE des barils et sacs (1).	PRIX du baril ou barillet.	PRIX du sac (2).
k g	fr c.	fr c
0,900	0,34	0,05
1,125	0,35	0,05
1,350	0,36	0,05
1,500	0,37	0,05
1,800	0,45	0,06
2,250	0,47	0,06
2,700	0,52	0,08
3,150	0,53	0,08
3,600	0,58	0,09
4,000	0,59	0,09
5,000	0,65	0,13
6,000	0,69	0,13
7,250	0,94	0,13
9,000	0,99	0,13
10,000	0,99	0,26
11,250	1,01	0,26
13,500	1,26	0,34
15,750	1,27	0,34
18,000	1,42	0,34
20,250	1,45	0,34
22,500	1,50	0,34
45,500	3,30	0,65

(1) Les poids des poudres contenues dans les divers types de barils et barillets pourront différer des contenances nominales sur la demande des consommateurs, et dans des limites compatibles avec la contenance réelle du barillage.

(2) Lorsque la poudre sera livrée sans sac (ce qui ne peut s'appliquer qu'au transport par eau), le prix du baril ou barillet sera majoré de $0^{fr},01$.

.....

§ 4. — POUDRES DE CHASSE.

A. — *Poudres de chasse ordinaire, forte, spéciale.*

.....

2° *Poudres livrées en boîtes.*

Les poudres de chasse livrées en boîtes sont renfermées dans des caisses de 20kg et de 5kg. Chaque caisse ne peut contenir qu'un seul calibre de boîtes.

La valeur des caisses devra être payée aux prix suivants :

Caisse de 20kg.....	2fr,75
Caisse de 5kg.....	1fr,50

B. — *Poudres de chasse pyroxylées.*

Les poudres de chasse dites *pyroxylées* sont livrées en boîtes et renfermées dans des caisses :

De 9kg pour les poudres en grosses boîtes de 1kg et de 500g ;
Et de 2kg pour celles en petites boîtes de 100g et de 200g.
Chaque caisse ne peut contenir qu'un seul calibre de boîtes.
La valeur des caisses devra être payée aux prix ci-après :

Caisse de 9kg.....	2fr,75
Caisse de 2kg.....	1fr,50

ALLEMAGNE.

N° 363.

RÈGLEMENTS
concernant l'installation et l'exploitation des fabriques d'acide picrique.

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

L'acide picrique à l'état sec est sensible aux chocs et aux frottements, surtout si la température dépasse la moyenne; on peut en provoquer l'inflammation, par exemple, en le frappant avec un marteau sur un corps dur.

Mêlé à des oxydes métalliques ou à des métaux, l'acide picrique produit, sous l'action de l'eau ou de l'humidité, des sels (picrates) qui, pour la plupart, sont encore plus sensibles aux chocs et aux frottements que l'acide lui-même. Parmi ces sels, le plus dangereux est le picrate de plomb. On peut classer les autres picrates comme suit, par ordre de sensibilité : picrate de potassium, picrate de calcium, picrate de sodium. Le picrate de fer s'enflamme facilement par le frottement et brûle en projetant des étincelles.

L'acide picrique en poussier (comme il peut s'en déposer facilement en certains endroits des ateliers) s'allume assez rapidement au contact d'une flamme (étincelle, court-circuit), et peut, par conséquent, provoquer ou propager des incendies.

Sous l'action de la chaleur, l'acide picrique fond et peut même, dans certains cas, être sublimé sans explosion.

Lorsque l'acide picrique s'enflamme, il brûle simplement, sans explosion, dans certaines circonstances favorables; il émet alors une flamme plus ou moins fuligineuse, d'un jaune rougeâtre qui tourne au jaune pâle au fur et à mesure que la température s'élève.

On peut faire exploser l'acide picrique sec par l'excitation initiale de détonateurs au fulminate de mercure ou d'autres explosifs brisants, parmi lesquels figurent les picrates mentionnés plus haut. On comprend donc que l'acide picrique enflammé puisse détoner s'il contient une quan-

tité suffisante de picrates explosibles, ou si de tels picrates se forment pendant la combustion.

L'acide picrique peut faire explosion sans cette excitation initiale :

1° Si un surchauffement local se produit dans la masse, ce qui arrive fréquemment lorsque de grandes quantités brûlent;

2° Si les gaz de la combustion ne peuvent s'échapper assez rapidement et que, dès lors, cette combustion se fait sous pression;

3° Si, par suite de l'écroulement d'un bâtiment, des débris tombent sur l'acide picrique porté à haute température (détonation par choc).

L'acide picrique à l'état humide est beaucoup moins dangereux que l'acide sec; il ne peut exploser que lorsque l'eau s'est évaporée et que les diverses conditions mentionnées précédemment sont remplies.

Il résulte de ce qui précède que les précautions générales à prendre dans les fabriques d'acide picrique pour éviter les dangers d'incendie et d'explosion peuvent être formulées comme suit :

Il faut :

1. Prévenir autant que possible la formation des picrates;

2. Éviter l'accumulation de poussières d'acide picrique;

3. Prendre les dispositions nécessaires pour faciliter le nettoyage parfait des ateliers;

4. Éviter d'emmagasiner de grandes quantités d'acide dans un même local;

5. Construire les locaux en matériaux légers et, autant que possible, incombustibles.

I. — *Règlement concernant l'installation.*

ARTICLE PREMIER. — Dans toute fabrique d'acide picrique, des ateliers spéciaux, séparés les uns des autres, seront affectés aux travaux suivants :

a. Préparation de l'acide picrique brut et sa séparation des acides résiduaires;

b. Purification de l'acide brut;

c. Séchage de l'acide picrique pur;

d. Criblage et emballage;

e. Emmagasinage.

Les divisions *a* et *b* pourront être réunies en une seule si la production journalière n'excède pas 1000^{kg}. Cette production pourra d'ailleurs être dépassée si elle est répartie entre plusieurs groupes de divisions *a* et *b* réunies, de façon que chaque groupe ne produise pas plus de 1000^{kg} par jour.

ART. 2. — Les divisions *a* et *b* seront entourées de merlons si elles sont à moins de 80^{m} des divisions *c* et *e* ou des autres bâtiments de la fabrique. Chacune des divisions *c*, *d*, *e* sera entourée isolément d'un merlon. Toutefois, les divisions *c* et *d* pourront être placées à côté l'une de l'autre, séparées par un merlon unique. On pourra également entourer d'un merlon circulaire commun plusieurs magasins voisins *e*, à condition de les séparer l'un de l'autre par un merlon simple.

Aucun magasin ne pourra contenir plus de 5000^{kg} d'acide picrique.

ART. 3. — La distance des divisions *a*, *b*, *c*, *d* et *e* aux autres bâtiments ou ateliers, ainsi qu'aux chemins fréquentés, est laissée à l'appréciation de l'autorité chargée de délivrer l'autorisation. A moins que des circonstances particulières n'exigent des distances plus grandes, on s'en rapportera à cet égard aux prescriptions suivantes :

a. Divisions *a*, *b*, *c* et *d*.

Elles se trouveront :

A 80^{m} des autres bâtiments ou ateliers de la fabrique, ainsi que des chemins peu fréquentés;

A 150^{m} des bâtiments ou ateliers divers étrangers à la fabrique, ainsi que des chemins de fer et des chemins ou canaux très fréquentés.

b. Magasins *e*.

Ils seront :

A 80^{m} des bâtiments ou ateliers de la fabrique, ainsi que des chemins peu fréquentés;

A 250^{m} des bâtiments isolés ou ateliers étrangers à l'exploitation, de même que des chemins de fer et des routes ou voies navigables très fréquentées;

A 500^{m} des agglomérations des maisons.

ART. 4. — Les distances ci-dessus devront être mesurées à partir du soubassement des bâtiments.

ART. 5. — Les merlons (art. 2) dépasseront de 1^{m} le faîte des bâtiments qu'ils entourent et auront 1^{m} d'épaisseur en crête. Ils offriront une stabilité suffisante et commenceront à 1^{m} de distance au moins du soubassement des bâtiments. Les talus intérieurs pourront être revêtus d'un mur sur les $\frac{2}{3}$ de leur hauteur.

ART. 6. — Les merlons seront établis de façon qu'en cas d'explosion il ne puisse y avoir d'effets directs vers l'extérieur. Si ce but ne peut être atteint autrement, on disposera en ligne courbe ou en ligne brisée les ouvertures pratiquées dans les merlons (tunnels d'entrée et canaux). Près de chaque

tunnel, à l'extérieur des merlons, on construira un abri protégeant contre la chute des débris.

ART. 7. — L'ensemble de la fabrique, ou tout ou moins l'ensemble des divisions *a*, *b*, *c*, *d* d'une part, et les magasins *e* d'autre part, sera entouré d'une clôture de $2^m,25$ de hauteur. Cette clôture devra être éloignée de 5^m au moins du pied des merlons masquant les bâtiments. A chaque entrée de la fabrique, on placera une plaque indicatrice du danger.

ART. 8. — Les divisions *a*, *b*, *c*, *d* n'auront qu'un simple rez-de-chaussée. Les murs devront être unis, facilement nettoyables et recouverts d'un enduit ne permettant pas la formation de picrates. Les planchers ne pourront contenir aucune partie métallique (telle que clous); en outre, ils devront être imperméables, faciles à laver et présenter la pente voulue pour l'écoulement des eaux. Les murs et le toit seront en matériaux incombustibles et construits aussi légèrement que possible.

Les machines et parties de machines, les tuyaux de conduite, etc. seront recouverts, autant que la chose sera possible, d'un enduit approprié. On évitera autant qu'on le pourra l'emploi du plomb. Les portes s'ouvriront vers l'extérieur.

ART. 9. — Dans les bâtiments *c* et *d*, les fenêtres exposées au midi seront abritées contre les rayons solaires directs.

ART. 10. — Les magasins *e* seront construits en matériaux incombustibles et leur toiture sera assez épaisse pour empêcher la pénétration de projectiles à l'intérieur. Les murs et le plancher seront revêtus, à l'intérieur, d'un enduit ne permettant pas la formation de picrates; en outre, les fenêtres seront protégées contre les rayons solaires directs.

ART. 11. — La température de la vapeur de chauffage ne pourra dépasser 120° C. Les bâtiments *c* et *d* seront chauffés par de l'air chaud venant de l'extérieur. La température des séchoirs *c* ne pourra dépasser 60° C. Les magasins *e* ne pourront être chauffés.

ART. 12. — L'éclairage ne pourra se faire qu'au moyen de lampes électriques à incandescence. Les différents fils conducteurs de chaque lampe seront séparés les uns des autres. Les lampes seront pourvues d'un globe protecteur.

ART. 13. — Les bâtiments *c* et *d* ne pourront être éclairés que de l'extérieur. Les lampes et leurs fils ne pourront se trouver en communication avec ces bâtiments. Aucun éclairage artificiel ne pourra être installé dans les magasins *e* ni dans leur voisinage immédiat.

ART. 14. — Les fils conducteurs de l'éclairage devront être installés sui-

vant les règlements de l'*Association des ingénieurs électriciens allemands;* ils seront visités deux fois par an par un ingénieur électricien compétent. Les résultats de ces visites seront consignés dans un registre spécial.

ART. 15. — Toutes les divisions seront pourvues de paratonnerres d'un effet assuré. Ces paratonnerres devront être visités au printemps de chaque année, ainsi qu'après tout orage violent, par un homme compétent qui s'assurera de leur parfait fonctionnement. Les résultats de ces visites devront également être consignés dans un registre.

ART. 16. — Chaque division sera pourvue d'une conduite d'eau, pour la facilité des nettoyages. Les divisions *b*, *c*, *d*, *e* devront contenir un nombre suffisant d'arrosoirs. Ceux-ci devront, en cas d'incendie, ou fonctionner automatiquement, ou pouvoir être mis en action de l'abri.

II. — *Règlement concernant l'exploitation.*

ART. 17. — Toute fabrique d'acide picrique sera dirigée par un chef de fabrication responsable, secondé par un suppléant. Tous deux devront posséder des connaissances chimiques suffisantes, ainsi que les connaissances techniques générales nécessaires à l'exploitation. Si l'un de ces agents se montre au-dessous de sa tâche, ou si des faits quelconques font douter de sa capacité technique ou de la confiance à lui accorder, il sera, sur la demande des autorités supérieures, pourvu à son remplacement.

Des surveillants sérieux seront attachés aux diverses sections de l'usine et surveilleront constamment la marche du travail; il y aura au moins un surveillant pour les divisions *a* et *b* réunies, et un surveillant pour les divisions *c*, *d* et *e* (art. 1er).

ART. 18. — On n'emploiera que des ouvriers sobres, sérieux et âgés de 18 ans au moins.

La durée du travail journalier, pour les surveillants comme pour les ouvriers, ne pourra excéder 10 heures. Les heures de travail seront coupées par des repos d'une durée totale de 2 heures.

Les ouvriers employés aux opérations des divisions *c*, *d* et *e* devront, avant leur engagement et après chaque maladie, être examinés par un médecin, qui déterminera spécialement si ces ouvriers peuvent être admis au travail. En outre, tous les ouvriers des sections susdites devront être soumis, deux fois par an, à une visite médicale. Les attestations des médecins seront consignées par eux sur un registre *ad hoc* à conserver par le directeur et seront revêtues de leur signature.

Le travail à la tâche est interdit aux surveillants et aux ouvriers. Ceux-ci

ne pourront pénétrer que dans les ateliers qui leur sont désignés pour leur travail; l'accès des autres ateliers leur sera interdit sous peine d'amende.

ART. 19. — Les ouvriers disposeront d'un réfectoire spécial ainsi que d'un vestiaire; ils ne pourront prendre leur repas dans les ateliers.

ART. 20. — Le chef d'exploitation devra mettre gratuitement à la disposition des ouvriers des vêtements de travail dépourvus de poches. Ces vêtements devront être en nombre suffisant et appropriés à chaque genre de travail. Le règlement intérieur prescrira de veiller à ce que les vêtements soient portés par les seuls ouvriers à qui ils sont destinés, à ce qu'ils soient lavés au moins une fois par semaine, et à ce qu'ils soient déposés dans un endroit déterminé pendant qu'on ne s'en sert pas. Un contrôle régulier devra être exercé à cet effet.

On se débarrassera des allumettes et des objets de métal avant de pénétrer dans les ateliers.

ART. 21. — On ne pourra pénétrer avec du feu ni avec une lumière découverte dans l'enceinte de la fabrique, et il sera interdit d'y fumer.

ART. 22. — Il sera interdit de porter des souliers à clous dans les divisions *c*, *d* et *e*.

ART. 23. — Les étrangers n'auront d'accès dans la fabrique qu'en compagnie d'un des chefs de celle-ci.

ART. 24. — Il ne pourra se trouver dans chaque atelier que la quantité d'acide picrique nécessaire à la marche régulière de l'exploitation. Les produits qui ne seront pas destinés à être travaillés immédiatement devront être conservés sous l'eau, ou déposés dans des magasins aménagés à cet effet.

ART. 25. — L'accumulation et la conservation, dans les ateliers, de chiffons ou de coton ayant servi au nettoyage des machines et appareils seront interdites.

ART. 26. — L'acide picrique sec destiné à être cristallisé sera transporté dans les ateliers, sous une surveillance spéciale, et immédiatement plongé dans l'eau.

ART. 27. — Les appareils mécaniques des ateliers de séchage, de concassage et de criblage seront conçus de façon que les frottements du fer sur fer soient évités, et que la formation de poussier d'acide picrique soit réduite au minimum.

On évitera l'emploi d'appareils obligeant (comme c'est le cas dans les appareils de séchage par le vide) à enfermer de grandes quantités d'acide

picrique dans une enveloppe résistante, pour autant que la température puisse y dépasser 60° C.

Les claies ou plaques métalliques et autres appareils analogues ne pourront être employés dans les séchoirs.

Dans les opérations de concassage et de criblage, on tâchera d'éviter le développement d'électricité par le frottement.

ART. 28. — On veillera spécialement à empêcher la formation de picrates.

Toutes les parties de la fabrique seront nettoyées à fond une fois par semaine. En même temps, on procédera à un examen minutieux des différentes installations mécaniques, et l'on remédiera sur-le-champ aux défectuosités que l'on aurait constatées.

On époussètera chaque jour les tuyaux de chauffage, les conduites de vapeur, etc., afin d'en écarter la poussière d'acide picrique. Il sera défendu d'employer la soude pour les nettoyages.

ART. 29. — L'acide picrique que l'on aura répandu ou qui sera souillé devra, si l'on ne désire pas le brûler, être jeté immédiatement dans un récipient rempli d'eau disposé à cet effet dans chaque section de la fabrique.

ART. 30. — On ne pourra, sous aucun prétexte, enterrer des résidus de fabrication. Ceux qui pourraient contenir des matières inflammables ou explosibles seront brûlés, sous la surveillance d'un des chefs, dans un endroit spécial.

ART. 31. — Les réparations aux appareils et objets souillés d'acide picrique seront effectuées sous une surveillance spéciale, après enlèvement des parcelles d'acide qui pourraient y adhérer. Les objets de bois hors d'usage seront brûlés avec toutes les mesures de prudence voulues.

On ne pourra employer du feu, pour des réparations dans une division quelconque de la fabrique, qu'en présence d'un des directeurs. De plus, dans les divisions *c*, *d* et *e*, on devra préalablement évacuer l'acide picrique.

ART. 32. — Pendant les orages on devra réduire le travail, autant que possible, dans les divisions *c*, *d* et *e*.

ART. 33. — L'exploitant devra publier un règlement concernant l'extinction des incendies, ainsi qu'un ordre indiquant le rôle de chaque ouvrier en pareille occurrence. On y mentionnera spécialement que le personnel affecté à l'extinction du feu doit se mettre en sûreté dès que l'incendie se développe et que de grandes masses d'acide picrique flambent.

On veillera à ce que le personnel ouvrier ait une connaissance parfaite

de ces prescriptions et soit familiarisé avec le fonctionnement des appareils d'extinction.

ART. 34. — La fabrique devra disposer de pompes à incendie et d'engins suffisants; ceux-ci devront être maintenus en bon état de fonctionnement, ce dont on s'assurera fréquemment.

(Traduit par M. F. GUCHEZ, Inspecteur général des explosifs de Belgique.)

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE DU TOME XII.

TABLE ANALYTIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.

DOCUMENTS TECHNIQUES.

Pages.

Recherches en vue de l'amélioration des explosifs de sûreté pour mines grisouteuses (COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES)..... 7

Recherche d'une poudre pour le tir des canons contre la grêle (COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES)..... 31

Compte rendu des travaux de la Commission des substances explosives pendant l'année 1902 (Extrait)..... 43

Expériences de tirs contre la grêle; par M. ALFRED ANGOT..... 59

Dégradations au puits d'épreuves de la Poudrerie de Sevran-Livry; par M. LHEURE, ingénieur des Poudres et Salpêtres..... 77

Effets d'un coup de foudre survenu le 27 mai 1903 à la Poudrerie nationale de Toulouse..... 92

Sur la loi des pressions dans les bouches à feu; par M. E. VALLIER, lieutenant-colonel d'Artillerie, correspondant de l'Institut..... 94

Notes sur les nitrocelluloses; par M. LÉO VIGNON..... 100

Note sur la cellulose : cellulose mercerisée, cellulose précipitée, hydrocellulose; par M. LÉO VIGNON..... 108

Recherches relatives à la décomposition des éthers nitriques et de la nitroglycérine par les alcalis et à la stabilité relative des matières explosives; par M. BERTHELOT..... 111

Compte rendu des travaux de la Commission des substances explosives pendant l'année 1903 (Extrait)..... 115

Pages

Étude des effets des détonateurs en raison de leur composition fulminante (COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES)..... 134

Pertes d'énergie dans les transmissions télédynamiques et dans les transmissions électriques; par M. VENNIN, ingénieur des Poudres et Salpêtres..... 159

Rapport sur le cinquième Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin du 2 au 8 juin 1903; par M. DÉSORTIAUX, ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres..... 185

Annexe n° 1. — STATISTIQUE DES ACCIDENTS DANS L'INDUSTRIE DES EXPLOSIFS; par M. le Dr FISCHER, inspecteur royal de l'Industrie à Berlin..... 199

Annexe n° 2. — STATISTIQUE DES ACCIDENTS DANS LES TRAVAUX DE SAUTAGE; par M. DENKER, inspecteur de l'Industrie à Gummersbach (province rhénane)..... 203

Annexe n° 3. — MÉTHODES POUR L'ÉPREUVE DES SUBSTANCES EXPLOSIVES; par M. le Dr H. BRUNSWIG (Neubabelsberg)..... 232

Annexe n° 4. — MÉTHODES POUR L'ÉPREUVE DE LA FORCE DÉVELOPPÉE PAR LES SUBSTANCES EXPLOSIVES; par M. le Directeur C.-E. BICHEL (Hambourg). 239

DEUXIÈME PARTIE.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS.

France.

N° 327. — DÉCRET DU 14 JUILLET 1901..... *3

N° 328. — INSTRUCTION PROVISOIRE SUR L'ÉTABLISSEMENT DES PARATONNERRES DES BATIMENTS MILITAIRES ET DES MAGASINS AUX SUBSTANCES EXPLOSIVES..... *4

N° 329. — TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES OU INFECTES. — HUITIÈME MODIFICATION AU RÈGLEMENT DU 12 NOVEMBRE 1897..... *37

N° 330. — LOI DU 22 MARS 1902 MODIFIANT DIVERS ARTICLES DE LA LOI DU 9 AVRIL 1898, CONCERNANT LES RESPONSABILITÉS DES ACCIDENTS DONT LES OUVRIERS SONT VICTIMES DANS LEUR TRAVAIL..... *38

Pages.

N° 331. — DÉCRET DU 22 MARS 1902 RELATIF A LA RESPONSABILITÉ DES ACCIDENTS DU TRAVAIL *42

N° 332. — CIRCULAIRE DU 23 MARS 1902 RELATIVE A LA RESPONSABILITÉ DES ACCIDENTS DU TRAVAIL *43

N° 333. — COMMISSION D'ÉTUDE DES REVENDICATIONS DU PERSONNEL CIVIL DES ÉTABLISSEMENTS MILITAIRES *48

N° 334. — DÉCRET DU 28 MARS 1902 SUR LA DURÉE DU TRAVAIL JOURNALIER. *64

N° 335. — CIRCULAIRE RELATIVE A L'APPLICATION, DANS LES ÉTABLISSEMENTS MILITAIRES, DES DISPOSITIONS DU DÉCRET DU 28 MARS 1902, PORTANT RÈGLEMENT D'ADMINISTRATION PUBLIQUE SUR LA DURÉE DU TRAVAIL EFFECTIF JOURNALIER DES OUVRIERS ADULTES *67

N° 336. — DÉCRET DU 29 MAI 1902 RELATIF AUX EMPLOIS RÉSERVÉS AUX MILITAIRES PAR L'ARTICLE 84 DE LA LOI DU 15 JUILLET 1889 ..... *68

N° 337. — CIRCULAIRE DU 1er JUIN 1902, RELATIVE A LA COMPOSITION DE LA COMMISSION MIXTE DE FABRICATION DES POUDRES ET EXPLOSIFS DE GUERRE *72

N° 338. — POUDRES A FEU. EXPORTATION. DÉLIVRANCE DE POUDRES SANS FUMÉE APPROPRIÉES AU MATÉRIEL DE GUERRE CONSTRUIT PAR L'INDUSTRIE PRIVÉE *72

N° 339. — TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES OU INFECTES. — NEUVIÈME MODIFICATION AU RÈGLEMENT DU 12 NOVEMBRE 1897 .... *73

N° 340. — APPLICATION DU DÉCRET DU 23 DÉCEMBRE 1901, CONCERNANT LA CONSERVATION DES EXPLOSIFS DANS LES EXPLOITATIONS SOUTERRAINES *75

N° 341. — ÉTABLISSEMENT DES PARATONNERRES SUR LES BATIMENTS ET MAGASINS A POUDRES *83

N° 342. — POUDRES A FEU. APPOSITION D'UNE MARQUE DISTINCTIVE SUR LES BOITES DE POUDRES DE CHASSE DESTINÉES A L'EXPORTATION *84

N° 343. — DÉCRET DU 10 DÉCEMBRE 1902 FIXANT LE PRIX DES POUDRES A FEU DESTINÉES A L'EXPORTATION *86

N° 344. — DÉCRET DU 10 DÉCEMBRE 1902 FIXANT LE PRIX DES POUDRES A FEU LIVRÉES AUX GOUVERNEMENTS DES COLONIES ET PAYS DE PROTECTORAT *89

Belgique.

N° 345. — ARRÊTÉ MINISTÉRIEL DU 27 OCTOBRE 1903, RELATIF AU CLASSEMENT DES EXPLOSIFS RECONNUS OFFICIELLEMENT *93

France.

Pages.

N° 346. — CIRCULAIRE DU 11 JANVIER 1903, RELATIVE AU DÉCOMPTE DES SERVICES POUR L'ÉTABLISSEMENT DES LISTES D'ANCIENNETÉ *97

N° 347. — POUDRES A FEU. FABRIQUES D'ARTIFICES. MISE EN VENTE D'UN NOUVEAU TYPE DE PULVÉRIN *97

N° 348. — CIRCULAIRE DU 23 FÉVRIER 1903 RELATIVE A L'EXAMEN ET A LA DESTRUCTION D'ENGINS EXPLOSIFS REMIS EN DÉPÔT AUX SERVICES LOCAUX DE L'ARTILLERIE OU AUX ÉTABLISSEMENTS DES POUDRES ET SALPÊTRES, PAR L'AUTORITÉ JUDICIAIRE..... *99

N° 349. — CIRCULAIRE DU 6 MARS 1903 RELATIVE AUX DEMANDES EN AUTORISATION DE DÉPÔTS DE DYNAMITE..... *100

N° 350. — DIRECTION DES ROUTES, DE LA NAVIGATION ET DES MINES. SECOURS A DONNER AUX PERSONNES FOUDROYÉES... ..... *102

N° 351. — CIRCULAIRE DU 22 AVRIL 1903 PORTANT MODIFICATION DU DEUXIÈME ALINÉA DE L'ARTICLE 6 DE L'INSTRUCTION D DU DÉCRET DU 25 MAI 1899, RELATIVEMENT A LA DÉCLARATION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL. *113

N° 352. — DÉCRET DU 4 MAI 1903 FIXANT LE PRIX DE VENTE DE LA POUDRE DE MINE G..... *114

N° 353. — LOI PORTANT MODIFICATION DE LA LOI DU 12 JUIN 1893 SUR L'HYGIÈNE ET LA SECURITE DES TRAVAILLEURS DANS LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS..... *118

N° 354. — CIRCULAIRE DU 8 AOUT 1903 FIXANT LES CONDITIONS QUE DOIVENT REMPLIR LES ALCOOLS ÉTHYLIQUES DESTINÉS AUX ÉTABLISSEMENTS DES POUDRES ET SALPÊTRES ET PRESCRIVANT L'EMPLOI D'UN MODÈLE DE CAHIER DES CHARGES SPÉCIALES POUR L'ADJUDICATION DE CES ALCOOLS..... *120

N° 355. — TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES OU INFECTES. -- DIXIÈME MODIFICATION AU RÈGLEMENT DU 12 NOVEMBRE 1897..... *126

N° 356. — DÉCRET DU 12 AOUT 1903 FIXANT LE PRIX DE VENTE POUR L'EXPORTATION DE LA POUDRE DE CHASSE PYROXYLÉE T..... *128

N° 357. — DÉCRET DU 9 SEPTEMBRE 1903 FIXANT LE PRIX DE VENTE D'EXPLOSIFS DE MINE..... *129

N° 358. — CIRCULAIRE DU MINISTRE DU COMMERCE AUX INSPECTEURS DIVISIONNAIRES DU TRAVAIL, EN DATE DU 15 SEPTEMBRE 1903, SUR L'APPLICATION DE LA LOI DU 11 JUILLET 1903, SUR L'HYGIÈNE ET LA SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS, DANS LES ÉTABLISSEMENTS COMMERCIAUX ET DE L'ÉTAT (Extrait)..... *131

N° 359. — DÉCRET DU 11 NOVEMBRE 1903 RELATIF AU CALCUL DE L'ANCIENNETÉ DANS LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS DE L'ÉTAT..... *133

Pages.

N° 360. — Rapport adressé au Président de la République par le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, sur l'application de la loi du 12 juin 1903 concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels (Extrait)..... *136

N° 361. — Décret du 16 décembre 1903 fixant le prix des poudres a feu destinées a l'exportation..... *170

N° 362. — Décret du 16 décembre 1903 fixant les prix des poudres a feu livrées aux gouvernements des colonies et pays de protectorat..... *173

Allemagne.

N° 363. — Règlement concernant l'installation et l'exploitation des fabriques d'acide picrique..... *179

TABLE ALPHABÉTIQUE.

(On a marqué en **caractères gras** les noms d'auteurs, en PETITES CAPITALES les titres des articles et documents, en *italiques* toutes les autres indications.)

Accidents : du travail, *42, *43, *113; dans l'industrie des explosifs, *99; dans les travaux de sautage, *203.
Acide picrique : Réglementation en Allemagne, *175.
Alcools éthyliques : Conditions de réception, *120.
Allemagne : Réglementation concernant l'acide picrique, *179.
Amélioration des explosifs de sûreté, 7.
Ancienneté : Mode de calcul, *133.
Angot : EXPÉRIENCES DE TIRS CONTRE LA GRÊLE, 59.
Arrêté ministériel du 27 octobre 1903 relatif au classement des explosifs en Belgique, *93.
Artifices (fabriques d') : Mise en vente d'un nouveau type de pulvérin, *97.

Baryum : Voir *Bioxyde de baryum.*
Belgique : Arrêté ministériel, *93.
Berlin : Voir *Chimie appliquée.*
Berthelot : RECHERCHES SUR LA DÉCOMPOSITION DES ÉTHERS NITRIQUES ET DE LA NITROGLYCÉRINE PAR LES ALCALIS ET A LA STABILITÉ RELATIVE DES MATIÈRES EXPLOSIVES, 111.
Bichel (C.-E.) : MÉTHODES POUR L'ÉPREUVE DE LA FORCE DES SUBSTANCES EXPLOSIVES, 239.
Binitrotoluène : Transport, *127.
Bioxyde de baryum : Transport, *126.
Bouches à feu : Loi des pressions, 94.
Bougies portatives à feu rouge de M. Lamouroux, 45.
Brunswig (H.) : MÉTHODES POUR L'ÉPREUVE DES SUBSTANCES EXPLOSIVES, 232.

C : Voir *Explosifs,* type C.
Cellulose : Note de M. Léo Vignon, 108.
Chargement des projectiles en explosifs Street, 117.
Cheddites : Voir *Explosifs* Street.
Chimie appliquée, cinquième Congrès international, 185.
Circulaires : Du 23 mars 1902 *sur les accidents du travail,* *43;
Du 29 mai 1902 *sur la durée du travail effectif,* *67;
Du 1er juin 1902 *sur la composition de la Commission mixte de fabrication des poudres et explosifs de guerre,* *72;

Du 21 *janvier* 1903 *sur le décompte des services pour l'ancienneté,* *97;
Du 23 *février* 1903 *sur l'examen et la destruction d'engins explosifs,* *99;
Du 6 *mars* 1903 *sur les dépôts de dynamite,* *100;
Du 22 *avril* 1903 *sur la déclaration des accidents du travail,* *113;
Du 8 *août* 1903 *sur les conditions de réception des alcools éthyliques,* *120;
Du 15 *septembre* 1903 *sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs,* *131.
Commission d'étude des revendications du personnel civil des établissements militaires, *48.
Commission des substances explosives : Compte rendu des travaux pendant l'année 1902, 43; pendant l'année 1903, 115; Recherches en vue de l'amélioration des explosifs de sureté, 7; Rapport sur le choix d'une poudre pour le tir des canons contre la grêle, 31; Rapport sur l'étude des effets des détonateurs, 134; Rapports divers : Voir **Lheure** et **Liouville.**
Coup de foudre à la Poudrerie de Toulouse, 92.

Déclaration des accidents du travail, *113.
Décomposition des éthers nitriques et de la nitroglycérine, 111.
Décrets : Du 14 *juillet* 1901, *3;
Du 22 *mars* 1902 *relatif à la responsabilité des accidents du travail,* *42;
Du 28 *mars* 1902 *sur la durée du travail journalier,* *64;
Du 29 *mai* 1902 *sur les emplois réservés aux militaires,* *68;
Du 10 *décembre* 1902 *fixant le prix des poudres à feu destinées à l'exportation,* *86;
Du 10 *décembre* 1902 *fixant le prix des poudres à feu livrées aux Gouvernements des colonies et pays de protectorat,* *89.
Dégradations au puits d'épreuves de la Poudrerie de Sevran, 77.
Denker (W.) : Statistique des accidents dans les travaux de sautage, 203
Désortiaux : Rapport sur le cinquième Congrès international de Chimie appliquée, 185.
Détonateurs : Voir *Effets des détonateurs.*
Dinitrochlorbenzol : Transport, *126.
Durée du travail effectif journalier, *67.
Dynamite : (dépôts de), *100; (*fabrication de nouveaux types de*), 46, 51, 115, 123, 127.

Effets des détonateurs d'après leur composition fulminante, 134.
Effets des explosions, 55, 129.
Emplois réservés aux militaires, *68.
Épreuves des substances explosives (méthodes), 232, 239.
Établissement des paratonnerres sur les bâtiments et magasins à poudres, *83.
Éthers nitriques, 111.
Expériences de tirs contre la grêle (**Angot**), 59.
Explosifs : de sûreté, 7; Führer, 125; à base de nitroglycérine, 127; Street, 117, 122; type C, 43.
Explosions (effets des), 55, 129.
Exportation : Poudres sans fumée, *72; poudres de chasse, *84; fixation de prix, *86.

Fabriques d'artifices : Mise en vente d'un nouveau type de pulvérin, *97.
Fischer : Statistique des accidents dans l'industrie des explosifs, 199.
Führer : Voir *Explosifs Führer.*

G : Voir *Poudre de mine* G.
Grêle : Recherche d'une poudre pour le tir des canons, 31.
Grêle : Expériences de tir, 59.
Grisoutines : Modification de formules, 123.
Guehes : TRADUCTION DE RÈGLEMENTS ALLEMANDS RELATIFS A L'ACIDE PICRIQUE, *197.

Hérisson-Laparre : NOTE SUR LES EFFETS D'UN COUP DE FOUDRE, 92.
Hygiène et sécurité des travailleurs; *118, *131, *136.

Lamouroux : Voir *Bougies portatives.*
Lheure (L.) : NOTE SUR DES DÉGRADATIONS CONSTATÉES AU PUITS D'ÉPREUVES DE LA POUDRERIE DE SEVRAN, 77; RAPPORT sur le choix d'une poudre pour le tir des canons contre la grêle, 31, 48; RAPPORT sur l'examen d'une demande de modification de la dynamite n° 0, 46; RAPPORT sur l'examen d'une demande de fabrication de quatre nouveaux types de dynamite, 51; RAPPORT sur l'examen de nouveaux types de dynamite de la *Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques,* 115; RAPPORT sur l'emploi des explosifs Street pour le chargement des projectiles, 117; RAPPORT sur l'étude de nouveaux types d'explosifs Street, 122; RAPPORT sur la modification de diverses formules de grisoutines de la *Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques,* 123; RAPPORT sur une proposition de M. Führer relative à des perfectionnements apportés aux explosifs, 125; RAPPORT sur l'examen d'une série d'explosifs à base de nitroglycérine de la *Société française des explosifs,* 127; RAPPORT sur l'étude des effets des détonateurs en raison de leur composition fulminante, 129, 134.
Liouville : COMPTE RENDU des travaux de la Commission des substances explosives pendant l'année 1902, 43; COMPTE RENDU des travaux de la Commission des substances explosives pendant l'année 1903, 115; RAPPORT sur l'étude d'un nouvel explosif de mine du type C, 43; RAPPORT sur l'examen des bougies portatives à feu rouge de Bengale, inventées par M. Lamouroux, 45.
Loi du 22 mars 1902 modifiant divers articles de la loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail, *38.
Loi portant modification de la loi du 12 juin 1893 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels, *118.

Méthodes pour l'épreuve des substances explosives (**Brunswig**), 232.
Méthodes pour l'épreuve de la force développée par les substances explosives (**Bichel**), 239.

Nitrocellulose, 100.
Nitronaphtaline : Transport, *127.
Note sur des dégradations constatées au puits d'épreuves de la Poudrerie de Sevran (**Lheure**), 77.
Note sur les effets d'un coup de foudre (**Hérisson-Laparre**), 92.
Notes sur les nitrocelluloses (**Léo Vignon**), 100.
Note sur la cellulose (**Léo Vignon**), 108.
Note sur les pertes d'énergie dans les transmissions télédynamiques et dans les transmissions électriques (**Vennin**), 159.

Paratonnerres : Instruction provisoire sur l'établissement des paratonnerres, *4; Établissement des paratonnerres, *83.

Poudres à feu : Délivrance de poudres sans fumée pour l'exportation, *72. marque sur les boîtes de poudres de chasse destinées à l'exportation, *84; prix pour l'exportation, *86, *170; prix pour les colonies et pays de protectorat, *89, *173; mise en vente d'un nouveau type de pulvérin, *97.
Poudre de mine G : Prix de vente, *114.
Poudre de chasse pyroxylée T : Prix de vente pour l'exportation, *128.
Poudre pour le tir des canons contre la grêle, 31.
Pressions dans les bouches à feu, *94.
Prix de vente : Poudres d'exportation, *86, *170; poudres pour les colonies et pays de protectorat, 89*, *173; poudre de mine G, *114; poudre de chasse pyroxylée T, *128; pulvérin, nouveau type, *97.

Rapport sur le choix d'une poudre pour le tir des canons contre la grêle (**Lheure**), 31.
Rapport sur le cinquième Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin du 2 au 8 juin 1903 (**Désortiaux**), 185.
Rapport sur les effets des détonateurs en raison de leur composition fulminante (**Lheure**), 134.
Recherches en vue de l'amélioration des explosifs de sûreté (**Lheure**), 74.
Recherches sur la décomposition des éthers nitriques et de la nitroglycérine par les alcalis (**Berthelot**), 111.
Règlement concernant l'acide picrique, *179.
Responsabilité des accidents du travail, *38, *42, *43.
Revendications du personnel civil des établissements militaires (*Commission d'étude des*), *48.

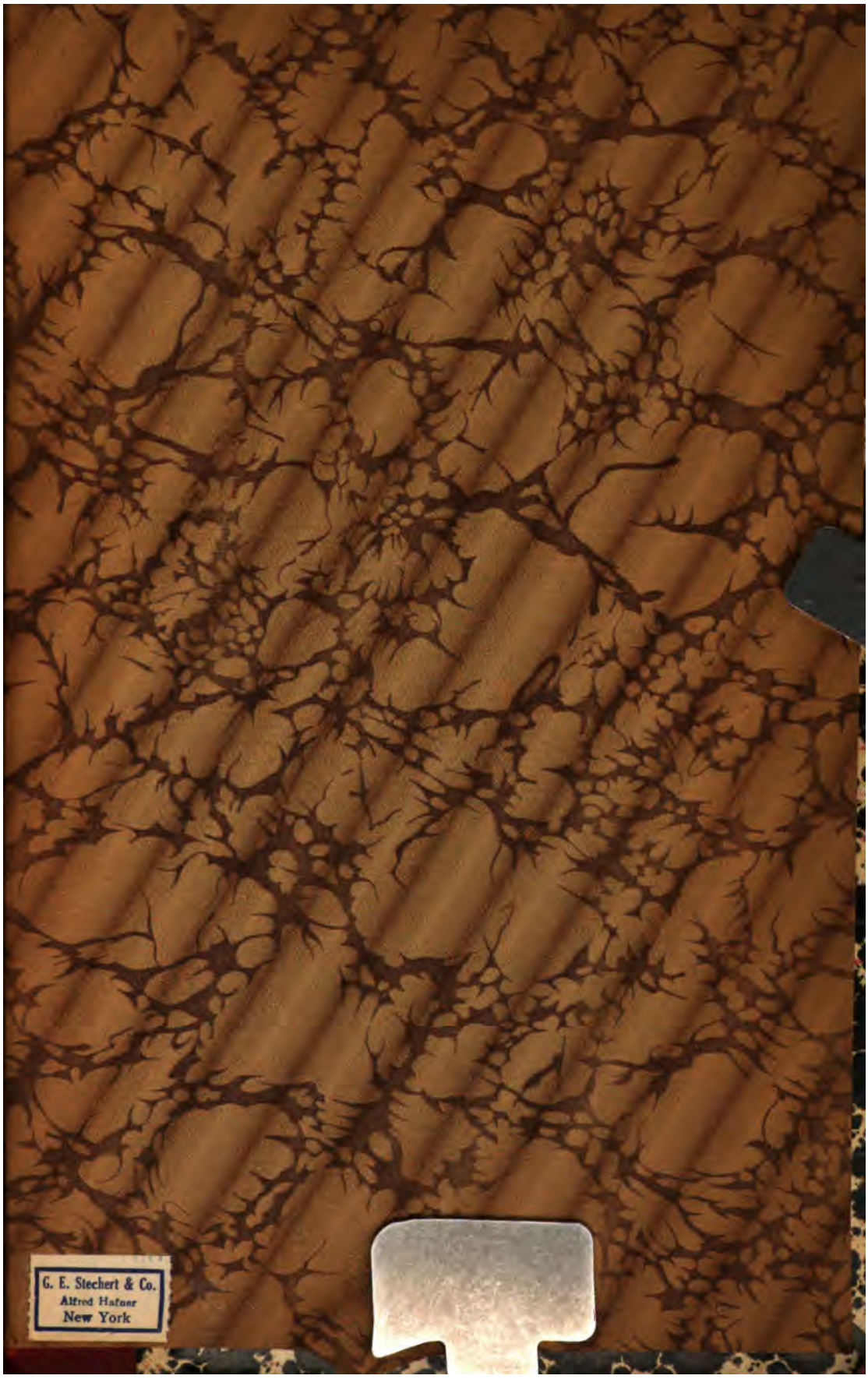
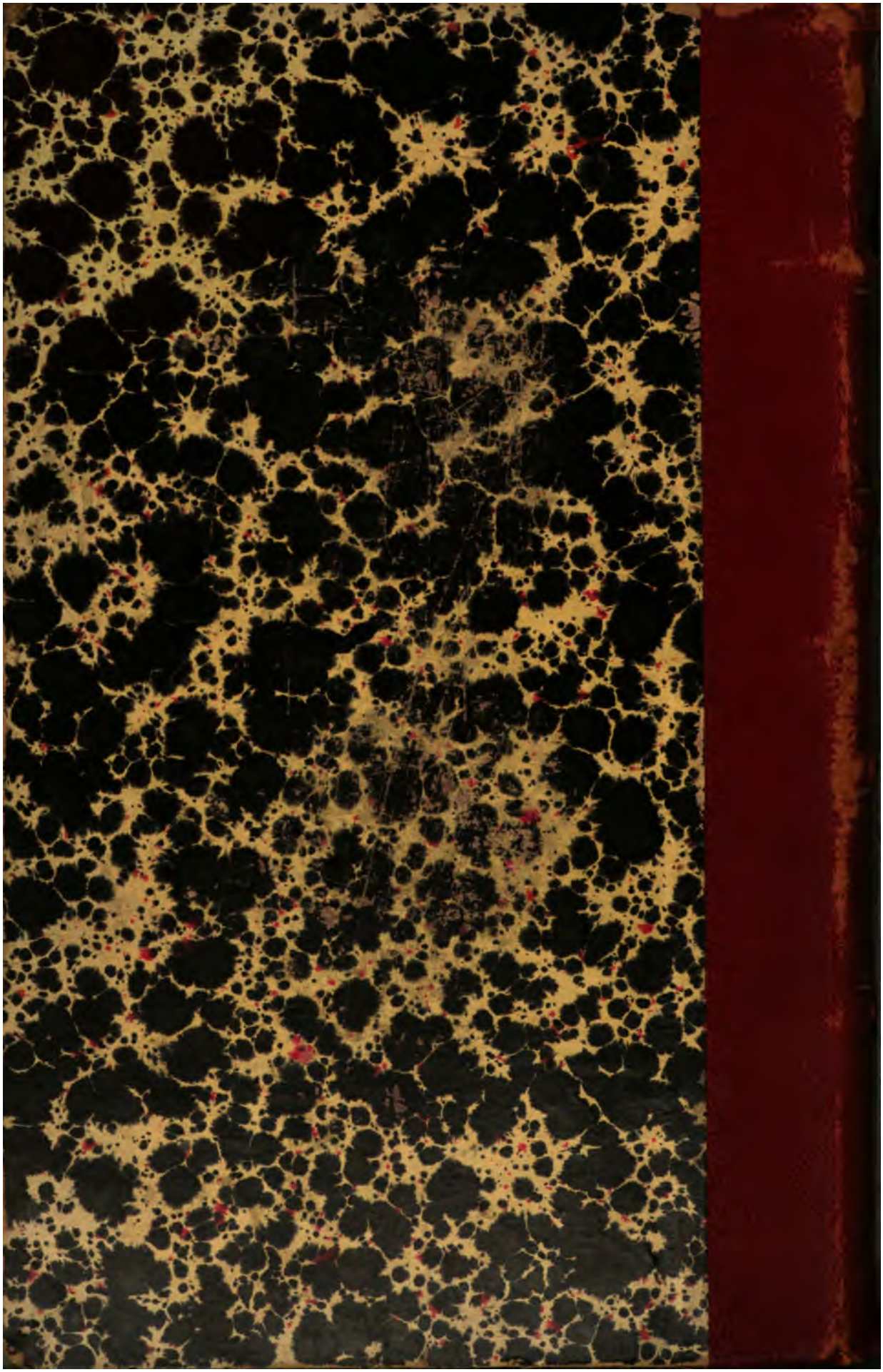
Secours à donner aux personnes foudroyées, *102.
Statistique des accidents dans l'industrie des explosifs (**Fischer**), 199.
Statistique des accidents dans les travaux de sautage (**Denker**), 203.
Street : Explosifs pour chargement de projectiles, *117; nouveaux types d'explosifs, 122.
Sur la loi des pressions dans les bouches à feu (**Vallier**), 94.

Toulouse : Coup de foudre, 92.
Transport : Matières dangereuses ou infectes, *37, *73, *126*.

Vallier (**E.**) : SUR LA LOI DES PRESSIONS DANS LES BOUCHES A FEU, 94.
Vennin : NOTE SUR LES PERTES D'ÉNERGIE DANS LES TRANSMISSIONS TÉLÉDYNAMIQUES ET DANS LES TRANSMISSIONS ELECTRIQUES, 159.
Vignon (**Léo**) : NOTE SUR LES NITROCELLULOSES, 100; NOTE SUR LA CELLULOSE, 108.
Vente : Voir *Prix de vente.*

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,

34144 QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.


G. E. Stechert & Co.
Alfred Hafner
New York